

**AIVOINFARKTIPOTILAIEN TOIMINNANOHJAUksen SPONTAANI  
KUNTOUTUMINEN KUUDEN JA 12 KUUKAUDEN SEURANNASSA**

Sami Eriksson

Psykologian pro gradu -tutkielma

Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

Marraskuu 2014

TAMPEREEN YLIOPISTO

Yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö

Psykologia

ERIKSSON, SAMI: Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen spontaani kuntoutuminen kuuden ja 12 kuukauden seurannassa

Pro gradu -tutkielma, 42 s., 9 liites.

Ohjaaja: Mervi Jehkonen

Marraskuu 2014

---

## TIIVISTELMÄ

Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) ovat kansantaloudellisesti erittäin merkittävä tautiryhmä, ja niistä aiheutuu suurta haittaa yksilön elämänlaadulle ja työkyvylle. Aivoverenkiertohäiriöistä 80 % on aivoinfarkteja eli aivoverenkierron heikentymisestä tai pysähtymisestä syntyneitä kudosisvaurioita. Aivoinfarktin jälkeen kognitiivisten toimintojen, kuten toiminnanohjauksen, heikentyminen on yleistä. Toiminnanohjauksella viitataan kontrollimekanismeihin, jotka organisoivat ja säätelevät muita tiedonkäsittelyprosesseja päämääräsuuntautuneen toiminnan aikaansaamiseksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, tapahtuuko aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksessa spontaania kuntoutumista kuuden ja 12 kuukauden seuranta-aikana. Lisäksi oltiin kiinnostuneita siitä, onko aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjaus heikentynyt verrattuna terveeseen ikäryhmään, vaikuttaako infarktin lateraalisuus potilaiden kuntoutumiseen ja korreloivatko tässä tutkimuksessa käytetyt toiminnanohjausta arvioivat menetelmät keskenään.

Tutkimuksen aineisto koostui 54 potilaasta, joille tehtiin laaja neuropsykologinen tutkimus sairastumisen akuuttivaiheessa sekä seurantatutkimukset kuuden ja 12 kuukauden kuluttua sairastumisesta. Toiminnanohjausta tutkittiin Trail Making -testillä (TMT), Stroopin testillä, Rey-Osterrieth Complex Figure Test -tehtävän (ROCF) kopiointiosiolla ja sanasujuvuustehtävillä (P-A-S, eläimet).

Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjaus oli heikentynyt sairastumisen jälkeen verrattuna terveeseen ikäryhmään arviointimenetelmästä ja tutkimusajankohdasta riippuen 4–46 %:lla potilaista. Heikentyminen oli voimakkainta sairastumisen akuuttivaiheessa. Toiminnanohjauksen havaittiin kuntoutuvan spontaanisti ensimmäisen kuuden ja 12 kuukauden aikana sairastumisen jälkeen. Aivoinfarktin lateraalisuudella oli vaikutusta toiminnanohjauksen spontaaniin kuntoutumiseen siten, että oikean hemisfäärin infarktiin sairastuneisiin potilaisiin verrattuna vasemman hemisfäärin infarktiin sairastuneiden potilaiden suoritukset paranivat useammilla neuropsykologisilla arviointimenetelmillä tutkittuna. Tutkimuksessa käytettyjen toiminnanohjauksen arviointimenetelmien väliset korrelaatiot vaihtelivat välillä .06–.77. Korkein korrelaatio löytyi sanasujuvuustehtävän P-A-S-osion ja Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärän väliltä.

Toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista ilmeni etenkin ensimmäisen puolen vuoden aikana infarktiin sairastumisesta, ja alustavaa näyttöä saatiin myös toiminnanohjauksen eri osatoimintojen eriaikaisesta kuntoutumisesta. Tieto toiminnanohjauksen mahdollisesta spontaanista kuntoutumisesta on rohkaisevaa, sillä toiminnanohjauksen on todettu olevan yhteydessä mm. työllistymismahdollisuuksiin.

Avainsanat: aivoinfarkti, eksekutiiviset toiminnot, kuntoutuminen, toiminnanohjaus

# SISÄLTÖ

<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Aivoverenkiertohäiriöt .....	1
1.2 Toiminnanohjaus.....	3
1.2.1 Toiminnanohjauksen teoreettinen tausta.....	4
1.2.2 Toiminnanohjauksen häiriöt.....	8
1.2.3 Toiminnanohjauksen neuropsykologinen tutkiminen .....	8
1.3 Aivoinfarkti ja toiminnanohjaus .....	10
1.3.1 Toiminnanohjauksen kuntoutuminen aivoinfarktin jälkeen .....	11
1.3.2 Aivoinfarktin lateraalisuus ja toiminnanohjaus .....	12
1.4 Tutkimuskysymykset .....	13
<b>2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN .....</b>	<b>14</b>
2.1 Tutkittavat .....	15
2.2 Tutkimusmenetelmät ja muuttujat.....	17
2.2.1 Neuropsykologiset menetelmät.....	17
2.2.2 Neurologiset menetelmät .....	18
2.2.3 Neuroradiologiset menetelmät .....	19
2.3 Aineiston analysointi.....	19
<b>3. TULOKSET.....</b>	<b>20</b>
3.1 Katoanalyysi.....	20
3.2 Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen heikentyminen normaaliaineistoon verrattuna .....	20
3.3 Toiminnanohjauksen spontaani kuntoutuminen koko aineistossa .....	22
3.4 Aivoinfarktin lateraalisuuden vaikutus toiminnanohjauksen spontaaniin kuntoutumiseen.....	25
3.5 Toiminnanohjauksen arviointimenetelmien korrelaatiot .....	26
<b>4. POHDINTA .....</b>	<b>26</b>
4.1 Päätulokset .....	26
4.2 Tutkimuksen rajoitukset ja vahvuudet .....	28
4.3 Lopuksi.....	30
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>32</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>43</b>

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Aivoverenkiertohäiriöt

Jatkuva verenkierto aivoissa on aivojen toiminnan perusedellytys. Jo muutaman minuutin kuluttua aivoverenkierron keskeytymisestä saattaa seurauksena olla pysyvä aivovaurio, josta yleensä koituu merkittävää haittaa yksilön elämänlaadulle, työkyvylle ja kustannuksien muodossa myös yhteiskunnalle. Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on yhteisnimitys sekä ohimeneville että pitkäaikaisempia neurologisia oireita aiheuttaville aivoverisuonten ja aivoverenkierron häiriöille (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Suurin osa (80 %) aivoverenkiertohäiriöistä on aivoinfarkteja, ja loput (20 %) ovat aivoverenvuotoja (Kaste ym., 2011). Aivoinfarktilla tarkoitetaan aivokudoksen pysyvää vauriota, joka on syntynyt heikentyneen tai kokonaan pysähtyneen aivoverenkierron eli iskemian takia (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Aivoinfarkti voi ilmetä myös lievempänä, *ohimenevänä iskeemisenä kohtauksena* eli TIA:na (transient ischemic attack), jonka kesto on tyypillisesti muutamasta minuutista korkeintaan tuntiin eikä pysyvää kudosaauriota synny.

AVH on kansantaloudellisesti erittäin merkittävä tautiryhmä. Se ei ole vain ikääntyneiden sairaus, sillä joka neljäs siihen sairastunut suomalainen on työikäinen (Fogelholm, Rissanen & Nenonen, 2001). AVH:stä aiheutuu pitkiä sairaalajaksoja ja työkyvyttömyyttä. Työikäisistä sairastuneista harva palaa takaisin työelämään. Suomessa AVH:n takia työkyvyttömyyseläkkeelle jää vuosittain 850 henkilöä. AVH:t ovat suomalaisten kolmanneksi yleisin kuolinsyy (Kaste ym., 2011). Suomessa niihin kuolee vuosittain noin 1800 miestä ja 2 600 naista (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). AVH:n aiheuttamien ennen aikaisten kuolemien ja työkyvyttömyyden takia Suomessa menetetään vuosittain 16 500 työvuoden panos. Suomessa siitä koituu tautiryhmänä kolmanneksi eniten kustannuksia mielenterveyden häiriöiden ja dementian jälkeen. AVH-potilaan elinikäiset hoitokustannukset ovat keskimäärin 80 000 euroa ja vuotuiset valtakunnalliset kustannukset 1,1 miljardia euroa (Meretoja, Roine & Kaste, 2010).

Kuudesosa suomalaisista sairastaa AVH:n elinaikanaan (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Vuonna 2007 Suomessa ensimmäiseen aivoinfarktiin sairastui 14 600 henkilöä, ja samana vuonna aivoinfarktitapausten määrä oli kokonaisuudessaan 17 100. AVH:n esiintyvyydeksi arvioitiin Suomessa vuoden 2009 alussa 82 000 eli 1,5 % Suomen väestöstä (Meretoja ym., 2009). AVH-potilaista 50–70 % toipuu kolmen kuukauden sisällä sairastumisesta arjen toimissaan itsenäisesti selviytyviksi (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Kuitenkin moni (15–30 %) AVH-potilas vammautuu pysyvästi ja joka viides tarvitsee laitoshoidoa.

Tutkimukset viittaavat siihen, että useammat lievätkin riskitekijät vaikuttavat aivoinfarktin sairastumisriskiin enemmän kuin pelkät yksittäiset vahvat riskitekijät (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Aivoinfarktin suurimmat riskitekijät suomalaisessa väestössä ovat korkea systolinen verenpaine, diabetes ja tupakointi (Vartiainen ym., 2007). Muita merkittäviä riskitekijöitä ovat korkea ikä, perinnöllisyys (vanhempien sydäninfarkti tai AVH), ylipaino, dyslipidemia ja liiallinen alkoholinkäyttö (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011; Vartiainen ym., 2007). Sukupuoli lisää aivoinfarktin riskiä, mutta vain alle 75-vuotiailla miehillä, joilla on todettu olevan kaksinkertainen vaara sairastua aivoinfarktiin verrattuna samanikäisiin naisiin (Pajunen ym., 2005). Myös TIA-potilailla on tutkimusten mukaan kohonnut riski sairastua aivoinfarktiin (Johnston, Gress, Browner & Sidney, 2000). Ikääntyminen on AVH:n suurin yksittäinen riskitekijä, johon ei voida vaikuttaa (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Suomessa yli puolet vuosittaisista AVH-tapauksista ilmaantuu yli 75-vuotiaille (Lehtonen ym., 2005). Väestön ikääntyessä on vaarana, että AVH:t tulevat yleistymään. Yleistymiseen voidaan kuitenkin merkittävässä määrin vaikuttaa, mikäli AVH:n ehkäisyä tehostetaan (Sivenius, 2010).

Aivoinfarkti voi heikentää kognitiivisia toimintoja merkittävästi. Aivoinfarktin oireiden ilmenemismuoto riippuu siitä mihin aivojen osiin, kuinka laajalle ja kumpaan aivopuoliskoon infarkti on kohdistunut (Gottesman & Hillis, 2010). Voimakkaimmillaan oireet ovat muutamasta minuutista muutamiin tunteihin infarktin ilmenemisestä (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Tavallisimpia oireita ovat toispuoleinen raajahalvaus ja tunnottomuus, kasvohermon alahaaran heikkous, näön hämärtäminen, näkökenttäpuutokset, nielemisvaikeudet, kaksoiskuvat, huimaus, pahoinvointi ja oksentelu (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011; Gottesman & Hillis, 2010). Yleisin vasempaan aivopuoliskoon kohdistuneen infarktin aiheuttama kognitiivinen häiriö on afasia, jota ilmenee jopa kolmasosalla vasemman aivopuoliskon infarktin saaneista (Gottesman & Hillis, 2010). Oikeanpuoleisen infarktin saaneilla potilailla yleisin kognitiivinen häiriö on vasemmanpuoleinen neglect, jota ilmenee jopa 40 %:lla potilaista. Muita yleisiä aivoinfarktista aiheutuvia kognitiivisia häiriöitä ilmenee muistissa, tarkkaavuudessa, oppimisessa, visuaalisessa havaitsemisessa ja toiminnanohjauksessa. Myös ideomotorinen apraksia on yleinen, mutta vain vasemman aivopuoliskon infarktiin sairastuneilla potilailla.

Aivoinfarktin akuuttihoitoon on kehitetty laskimonsisäinen trombolyyysi- eli liuotushoito. Liuotushoito soveltuu aivoinfarktin hoitomuodoksi, kun oireiden alkamisesta on kulunut alle 4,5 tuntia (Aivoinfarktin Käypä hoito -suositus, 2011). Aivokuvantamismenetelmillä on varmistettava ennen liuotushoidon aloittamista, että potilaan oireet eivät johdu muista syistä kuten aivoverenvuodosta tai aivokasvaimesta. Liuotushoito on aloitettava mahdollisimman varhain, sillä sen vaikutuksen tehokkuus vähenee viiveen lisääntyessä (Strbian ym., 2010).

## 1.2 Toiminnanohjaus

Yleisesti eksekutiivisilla toiminnoilla (engl. executive functions) eli toiminnanohjauksella viitataan erilaisiin kontrollimekanismeihin, jotka organisoivat ja säätelevät muita tiedonkäsittelyprosesseja päämääräsuuntautuneen toiminnan aikaansaamiseksi (Friedman ym., 2006; Tsuchida & Fellows, 2013). Goldberg (2001) on esittänyt toiminnanohjauksen käsitteen kapellimestarimetaforan avulla: kapellimestari (toiminnanohjaus) johtaa ja ohjaa orkesterin muita soittajia (kognition eri osa-alueita) tehokkaasti ja organisoidusti musiikin (tavoitteellisen toiminnan) aikaansaamiseksi. Toiminnanohjaus mahdollistaa yksilölle tarkoituksenmukaisen, sosiaalisesti vastuullisen, itsenäisen ja itseään palvelevan käyttäytymisen (Lezak, 2004). Toiminnanohjauksen nähdään koostuvan useista prosesseista, kuten toiminnan suunnittelusta, työmuistista, joustavasta toiminnan vaihtamisesta, tuottavuudesta, virheen havaitsemisesta ja korjaamisesta sekä käyttäytymisen inhiboinnista (Rabbitt, 1997; Vilkki, 1992; Zelazo & Cunningham, 2007). Nykyään merkittävä osa tutkijoista katsoo toiminnanohjauksen säätelyn piiriin kuuluvan kognitiivisten toimintojen ohjailun lisäksi myös tunnereaktioiden säätelyn (Fox & Calkins, 2003; Happaney, Zelazo & Stuss, 2004; Zelazo & Cunningham, 2007). Toiminnanohjauksen kehitys alkaa lapsuudesta ja jatkuu aikuisuuteen asti (Banich, 2009). Kognitiivisista toiminnoista toiminnanohjaus heikentyy eniten ikääntymisen seurauksena. Toiminnanohjauksen on havaittu heikentyvän ikääntymisen myötä jo 60-vuotiailla (Treiz, Heyder & Daum, 2007).

Perinteisesti toiminnanohjauksen käsitettä on käytetty otsalohkovaurion saaneiden potilaiden oireiden kuvaamiseen (Ardila, 2008). Toiminnanohjausta pidettiin pitkään otsalohkotoimintojen synonyyminä (Heyder, Suchan & Daum, 2004). Otsalohkojen tärkeys toiminnanohjaukselle näyttäisi perustuvan valtaisiin hermostollisiin yhteyksiin otsalohkojen ja muiden aivojen osien välillä (Fuster, 2001).

Nykyään löytyy vahvaa näyttöä siitä, että toiminnanohjausta säätelevät otsalohkojen lisäksi muutkin aivoalueet (Elliott, 2003; Goldberg & Bilder, 1986; Heyder, Suchan & Daum, 2004). Aivokuvantamismenetelmiä hyödyntämällä on havaittu, että toiminnanohjaukseen osallistuvat myös subkortikaaliset ja posterioriset aivoalueet (Alvarez & Emory, 2006; Collette, Hogge, Salmon & Van der Linden, 2006; Park, Yoon & Rhee, 2011; Roberts, Robbins & Weiskrantz, 2002;). Subkortikaalisella alueella erityisesti tyvitumakkeet (Elliott, 2003; Heyder, Suchan & Daum, 2004), pikkuaivot ja talamus (Heyder, Suchan & Daum, 2004) ovat tärkeitä toiminnanohjauksen toiminnan kannalta. Edellä mainittujen aivoalueiden lisäksi otsalohkojen, tyvitumakkeiden ja talamuksen väliset hermoradat ovat tärkeitä (Royall ym., 2002). Posteriorisista alueista erityisesti parietaaliset alueet osallistuvat toiminnanohjaukseen. Positroniemissiotomografiaa hyödyntäen Collette ym. (2005) havaitsivat, että toiminnanohjausta vaativien tehtävien aikana koehenkilöiden parietaalisilla aivoalueilla ilmeni enemmän aktivaatiota kuin otsalohkoissa.

Älykkyyden ja toiminnanohjauksen välillä on todettu positiivinen korrelaatio (Duncan, Burgess & Emslie, 1995; Luciano ym., 2001). Osalla potilaista otsalohkovaurio ei kuitenkaan näyttäisi vaikuttavan ainakaan perinteisten testien mittaamaan älykkyydosamäärään (Friedman ym., 2006). Shallice ja Burgess (1991) havaitsivat tutkimuksissaan, että otsalohkovaurion saaneilla potilailla Wechsler Adult Intelligence Scale -menetelmällä mitattu älykkyydosamäärä oli ikäryhmän keskitasoa paremmalla tasolla. Tästä huolimatta heidän arjen toimintakykynsä oli alentunut, ja selviä ongelmia ilmeni toiminnan suunnittelemisessa ja toteuttamisessa.

Nykyään valtaosa tutkijoista tunnustaa toiminnanohjauksen olevan vahvasti kytköksissä yksilön toiminnan motiiveihin ja emootioihin, joilla on merkitystä toiminnan aloittamisessa ja tavoitteellisessa toiminnassa. Tältä pohjalta toiminnanohjaus voidaan jakaa ”viileisiin” (cold) ja ”kuumiin” (hot) prosesseihin (Ardila, 2008; Chan, Shum, Touloupoulou & Chen, 2008; Happaney, Zelazo & Stuss, 2004). Viileät eli metakognitiiviset toiminnanohjauksen prosessit vastaavat perinteisempää käsitystä toiminnanohjauksesta, ja niitä mittaavat useimmat neuropsykologiset toiminnanohjauksen arvioimiseen suunnitellut tutkimusmenetelmät (Ardila, 2008). Viileisiin toiminnanohjauksen prosesseihin katsotaan kuuluvan toiminnanohjauksen kognitiiviset osaprosessit kuten ongelmanratkaisu, abstrahointikyky, suunnittelu, työmuisti sekä strategioiden muodostaminen ja toteuttaminen. Kuumat toiminnanohjausprosessit viittaavat merkityksellisten tilanteiden kannalta tarpeellisiin emotionaalisiin, sosiaalisiin ja motivationaalisiin tekijöihin. Kuumiin toiminnanohjausprosesseihin katsotaan kuuluvan tiedonkäsittelyn ja emootioiden välinen koordinointi sekä sosiaalisesti epäsovivien käyttäytymisimpulssien ehkäisy. Viileiden ja kuumien toiminnanohjausprosessien hermostolliset perustat näyttäisivät olevan tutkimusten perusteella erilaiset. Kuumat toiminnanohjausprosessit aktivoivat etuotsalohkojen dorsolateraalaisia alueita (Stuss & Knight, 2002), ja viileät toiminnanohjausprosessit aktivoivat etuotsalohkojen ventromediaalisia alueita (Fuster, 2002). Lisäksi tutkimusnäyttöä löytyy siitä, että kuumat toiminnanohjausprosessit kehittyvät viileitä myöhemmin (Prencipe ym., 2011). Sekä viileiden että kuumien toiminnanohjausprosessien häiriöt voivat aiheuttaa merkittävää haittaa työkykyyn, arjen toimintoihin ja sosiaalisiin suhteisiin (Chan ym., 2008).

### **1.2.1 Toiminnanohjauksen teoreettinen tausta**

Toiminnanohjaus ei ole käsitteenä yksiselitteinen. Tutkijat ovat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että toiminnanohjaus on monimutkainen ja tärkeä osa ihmisen adaptiivista toimintaa (Jurado & Rosselli, 2007). Toiminnanohjauksen toiminnasta ja rakenteesta on esitetty lukuisia erilaisia teoreettisia malleja, joista varhaisimpiin kuuluu Lurian (1966; 1973) teoria aivojen toiminnasta. Lurian mukaan aivot koostuvat kolmesta toisiinsa kytkeytyneestä toiminnallisesta yksiköstä. Ensimmäinen yksikkö

sijaitsee pääosin aivorungossa, ja sen vastuulla on aivokuoren vireystilan säätely ja ylläpito. Toinen yksikkö sijaitsee ohimo-, päälaki- ja takaraivolohkoissa, ja sen vastuulla on tiedon tallentaminen, prosessointi ja säilytys. Kolmas yksikkö sijaitsee aivokuoren etuosissa eli otsalohkoissa, ja sen tehtävänä on toiminnan ohjelmointi, säätely ja kontrollointi. Luria piti tätä kolmatta yksikköä aivojen ylempänä rakenteena, joka organisoi älykästä toimintaa kokonaisuutena suunnitellen ja valvoen toimintoja.

Stuss ja Benson (1986) puolestaan kehittivät yhdessä kolmiosaisen mallin, jonka mukaan yksilön tarkkaavuutta ja toiminnanohjausta säätelevät kolme järjestelmää: anteriorinen verkkomainen aktivaatiojärjestelmä (Anterior Reticular Activating System; ARAS), diffuusi talaaminen projektiojärjestelmä (Diffuse Thalamic Projection System; DTPS) ja frontotalaaminen porttijärjestelmä (Fronto-Thalamic Gating System; FTGS). ARAS-järjestelmä pyrkii pitämään yllä yleistä vireystilaa, DTPS-järjestelmän tehtävänä on valppauden ylläpitäminen ja FTGS-järjestelmä huolehtii eksekutiivis-attentionaalisesta säätelystä. Eksekutiivis-attentionaaliseseen säätelyyn sisältyvät korkeamman tason kognitiiviset toiminnot kuten suunnittelu, sopivien ärsykkeiden ja vasteiden valitseminen sekä valvonta. Frontotalaamisen porttijärjestelmän häiriintyessä yleisimpiä oireita ovat tarkkaamattomuus, oiretiedostamattomuus ja tavoitteiden huomiotta jättäminen.

Norman ja Shallice (1986) laajensivat omassa mallissaan Lurian käsitystä otsalohkojen toiminnasta. Malli rakentuu idealle, jossa ajatukset ja toimintaskeemat aktivoituvat ja tukahtuvat tehtävän rutiininomaisuuden mukaan. Tähän osallistuu Normanin ja Shallicen mallin mukaan kaksi eri järjestelmää: valvova tarkkaavuusjärjestelmä eli *valvonta* (Supervisory Attentional System; SAS) ja ristiriitojen sovittaminen eli *sovittaminen* (contention scheduling). Tutuissa ja rutiininomaisissa tilanteissa automaattisesti toimiva alemman tason *sovittaminen* valitsee tilanteen kannalta sopivimman toimintaskeeman ehkäisemällä kilpailevien skeemojen aktivoitumista. Tilanteen ollessa uusi ja rutiineista poikkeava, sopivimmat skeemat tilanteen kannalta aktivoi *sovittamista* ylemmällä tasolla toimiva ja hitaampi, mutta toiminnaltaan joustavampi *valvonta*. Mallin mukaan toiminnanohjauksen ongelmia syntyy otsalohkoihin kohdistuneista vaurioista, jotka puolestaan aiheuttavat häiriöitä *valvonnan* toiminnalle (Vilkki, 1992). *Sovittaminen* joutuu tällöin ottamaan toimintavastuun uusissa ja ei-rutiininomaisissa tilanteissa, mikä on harvoin onnistuneen toiminnan vaatimusten kannalta riittävää, joten todennäköisyys virhetoimintojen ilmenemiselle kasvaa. Monet tutkijat tunnustavat SAS-mallin hyödyllisyyden, mutta näkevät sen riittämättömänä selittämään toiminnanohjausta kokonaisuutena (Jurado & Rosselli, 2007).

Stuss, Shallice, Alexander ja Picton (1995) jatkoivat Norman ja Shallicen (1986) Supervisory System -mallin kehittelyä. Stuss ym. (1995) mukaan skeemat ovat hermosolujen verkko, mikä voi aktivoitua sisääntulevan aisti-informaation, toisten skeemojen tai eksekutiivisen kontrollijärjestelmän eli SAS:n avulla. SAS koostuu viidestä prosessista, jotka ovat (1) skeemojen energisaatio, (2) tehtävän kannalta epäolennaisten skeemojen inhibitio, (3) sovittamisjärjestelmän

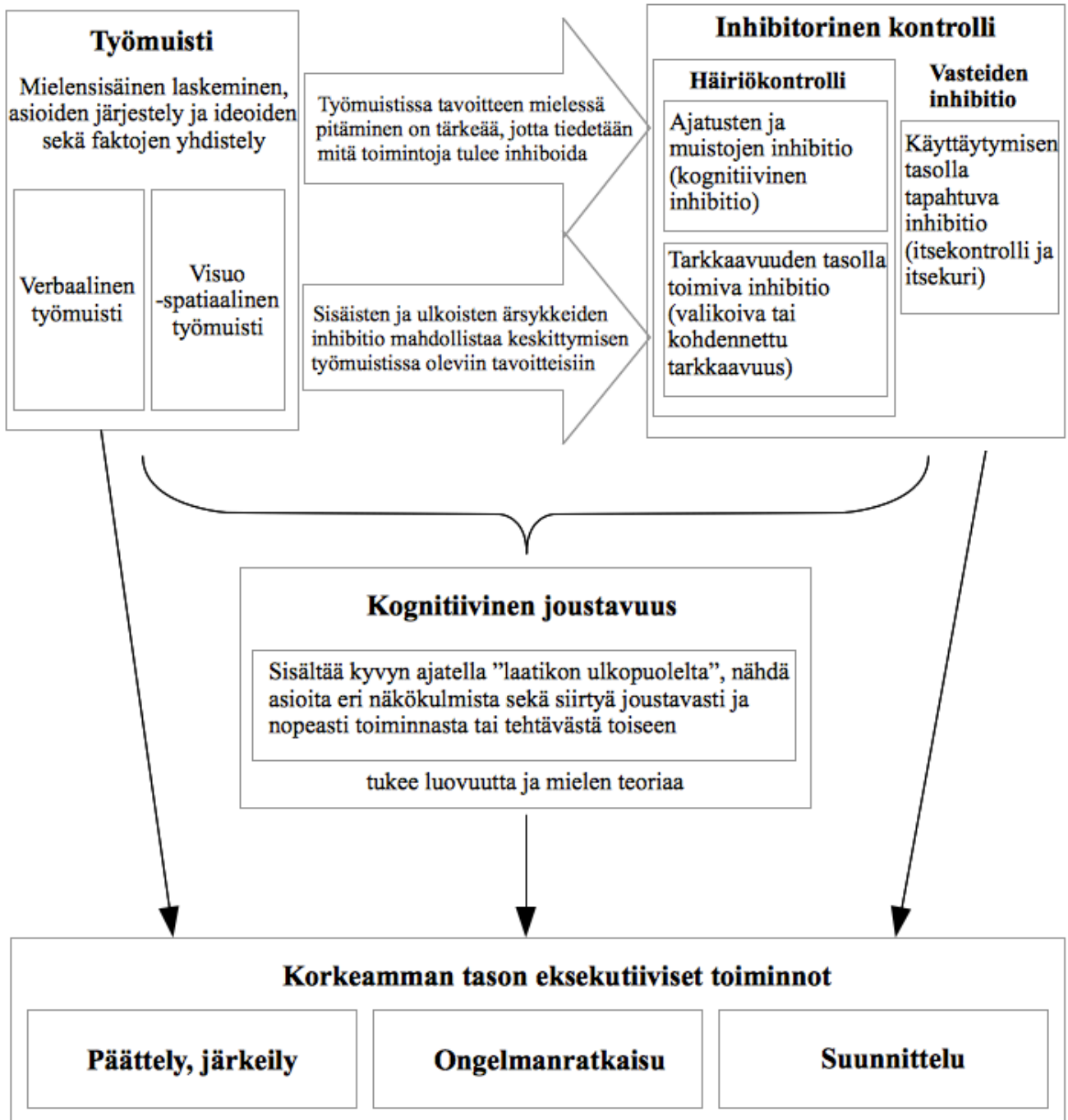


(contention scheduling) muokkaaminen, (4) skeemojen aktivoitumisen valvominen ja (5) toiminnan etenemisen valvominen (Stuss ym., 1995; Stuss ym., 2005). Myöhemmin Alexander, Stuss & Fansabedian (2003) esittivät malliin kuuluvan kuudennen komponentin, jonka tehtävänä on suoriutumisen ennakointi. Stuss ym. (2005; 2011) löysivät näyttöä siitä, että SAS-valvontajärjestelmän prosessit ovat edustettuina eri tavoin aivoissa. Oikea aivopuolisko näyttäisi osallistuvan suorituskyvyn valvontaan eli monitorointiin, vasen aivopuolisko tehtävien valintaan ja otsalohkojen dorsomediaaliset osat energisoivaan toimintaan eli toimintojen aloittamiseen ja ylläpitämiseen (Stuss, 2011).

Yksi vaikuttavimmista teorioista toiminnanohjauksen tutkimuksen historiassa on Baddeleyn (1986) kolmesta komponentista koostuva työmuistimalli. Mallissa on kaksi alemman tason komponenttia, joista ensimmäinen (fonologinen silmukka) käsittelee puheeseen liittyvää ja toinen (visuospatiaalinen muistilehtiö) visuospatiaalista informaatiota. Kolmas komponentti on keskusyksikkö, joka toimii työmuistimallin hierarkiassa ylemmällä tasolla. Keskusyksikön tehtävänä on hallita ja säädellä muita kognitiivisia prosesseja. Baddeley (1986) esitti, että Normanin ja Shallicen (1986) SAS-malli saattaa olla hyvinkin realistinen mallinnus keskusyksikön toiminnasta.

Toisin kuin Baddeley (1986) tai Norman ja Shallice (1986) esittävät, Miyake ym. (2000) mukaan toiminnanohjaus ei ole yhtenäinen kognitiivinen järjestelmä tai keskusyksikkö, vaan se voidaan jakaa useampaan alatoimintoon. Miyake ym. (2000) löysivät latenttien muuttujien analyysillä laajasta nuorten terveiden koehenkilöiden otoksesta kolme erillistä, mutta toisiinsa kytkeytynyttä toiminnanohjauksen alatoimintoa, jotka ovat (1) työmuisti (informaation päivitys ja monitorointi; ”Updating”), (2) inhibitorinen kontrolli (vasteiden inhibointi; ”Inhibition”) ja (3) kognitiivinen joustavuus (attentionaalinen ajattelutavan joustava vaihtaminen; ”Shifting”). Nämä osatoiminnot on kuvattu kuviossa 1. Nykyään yhä lisääntyvä tutkimusnäyttö tukee käsitystä siitä, että toiminnanohjauksesta erottuu selvimmin juuri nämä kolme alatoimintoa (Diamond, 2013; Fisk & Sharp, 2004; Huizinga, Dolan & van der Molen, 2006; Miyake ym., 2000; Miyake & Friedman, 2012; Tsuchida & Fellows, 2012). Tutkimusten mukaan ne myös kehittyvät eriaikaisesti (Diamond, 2013; Huizinga ym., 2006) ja aktivoivat osittain samoja, mutta myös eri prosesseille spesifisiä aivoalueita (Collette ym., 2005). Fisk ja Sharp (2004) ovat löytäneet faktorianalyysillä näiden kolmen osatoiminnon lisäksi neljännen toiminnon, jonka he nimesivät *pitkäkestoisen muistiaineuksen hakemisen tehokkuudeksi* eli *sanasujuvuudeksi*.

## Toiminnanohjaus eli eksekutiiviset toiminnot



KUVIO 1. Toiminnanohjauksen osatoiminnot ja lähikäsitteet. Mukailtu Diamondin (2013) katsauksesta.

### **1.2.2 Toiminnanohjauksen häiriöt**

Tavanomaisesti silloin kun toiminnanohjauksessa ei ole puutteita, yksilö kykenee itsenäiseen tuottavaan työhön, huolehtimaan itsestään ja pitämään yllä sosiaalisia suhteitaan, vaikka jokin muu kognition osa-alue olisikin vaurioitunut (Ilonen, 2010; Lezak, 2004). Lievemmat toiminnanohjauksen ongelmat saattavat olla hyvin hankala havaita esimerkiksi kliinisessä tutkimustilanteessa, jossa työskennellään ohjatusti häiriöttömässä tilassa (Kuikka, Pulliainen & Hänninen, 2001). Selvemmin toiminnanohjauksen ongelmat tulevat esiin itsenäistä ja tavoitteellista toimintaa vaativissa tilanteissa kuten työelämässä ja sosiaalisissa suhteissa. Koska toiminnanohjaus säätelee muita tiedonkäsittelytoimintoja, niin toiminnanohjauksen häiriöt ilmenevät laaja-alaisesti vaikuttaen monilla eri tasoilla (Ilonen, 2010). On mahdollista, että vaikka muut kognitiiviset toiminnot ovat säilyneet eheinä, niin toiminnanohjauksen häiriön takia yksilö ei kykene käyttämään muita kognitiivisia toimintojaan aloitteellisesti ja kontrolloidusti. Toiminnanohjauksen häiriöt ilmenevät yleensä silmiinpistävinä vain jos vauriot ovat laajoja ja ulottuvat molempiin aivopuoliskoihin (Kuikka ym., 2001). Tällöin potilaan oman käyttäytymisen kontrollointi voi olla hyvin heikkoa ja potilas voi olla täysin aloitekyvytön. Kun vaurio on lievempi ja toispuoleinen, niin toiminnanohjauksen ongelmat eivät juuri ilmene rutinoituneissa suorituksissa vaan tilanteissa, joissa vaaditaan erityisesti uusien toimintatapojen omaksumista, vanhojen toimintatapojen joustavaa muuttamista, useamman kognitiivisen toiminnon käyttämistä, suunnittelua, päätöksentekoa, organisointikykyä ja käyttäytymisen kontrollointia (Elliott, 2003; Kuikka ym., 2001).

### **1.2.3 Toiminnanohjauksen neuropsykologinen tutkiminen**

Toiminnanohjauksen määrittelyn ongelmallisuuden lisäksi sitä on myös vaikeaa tutkia. Lukuisista toiminnanohjauksen eri määritelmistä johtuen toiminnanohjauksen arviointi ei ole helppoa eikä yksiselitteistä. Arviointiin on kehitetty hyvin heterogeeninen joukko neuropsykologisia arviointimenetelmiä, jotka mittaavat vaihtelevassa määrin toiminnanohjauksen eri osa-alueita. Yleisimpiä toiminnanohjauksen arviointiin käytettyjä arviointimenetelmiä on esitetty taulukossa 1. Osa arviointimenetelmistä on kehitetty arvioimaan toiminnanohjausta kokonaisvaltaisesti, ja osa on suunniteltu arvioimaan vain tiettyjä yksittäisiä toiminnanohjauksen osatoimintoja. Koska toiminnanohjaus koostuu oletetusti useammasta osatoiminnosta, arviointimenetelmissä heikko suoriutuminen voi johtua useista eri syistä (Chan ym., 2008). Samasta syystä oletetaan johtuvan toiminnanohjauksen eri arviointimenetelmien suhteellisen heikko korrelaatio ( $r = 0.4$  tai vähemmän) (Jurado & Rosselli, 2007; Miyake ym., 2000). Arviointimenetelmiä on kehitetty erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten esimerkiksi toiminnanohjauksen häiriön diagnosointiin

kliinisessä populaatiossa tai erilaisten kognition teoreettisten mallien testaamiseen terveessä populaatiossa (Mueller & Dollaghan, 2013). Useat menetelmät on suunniteltu nimenomaan havaitsemaan otsalohkovaurioita, joten testien käyttökelpoisuus toiminnanohjauksen mittarina on kyseenalainen (Miyake ym., 2000).

TAULUKKO 1. *Toiminnanohjauksen arvioinnissa käytettyjä arviointimenetelmiä. Mukailtu Juradon ja Rossellin (2007) artikkelista.*

Testi	Lähde	Kuvaus	Eksekutiivinen toiminto
BSAT	Burgess ja Shallice (1997)	Värillisen pisteen sijainti vaihtuu sivulta toiselle erilaisten tuntemattomien sääntöjen perusteella. Tehtävänä on ennustaa pisteen seuraava sijainti.	Säännön havaitseminen
COWAT	Benton ja Hamsher (1989)	Tehtävänä on tuottaa F-, A- ja S-kirjaimilla (suomenkielisessä versiossa P-, A- ja S-kirjaimet) alkavia sanoja.	Vastauksen tuottaminen, inhibitio
HSCT	Burgess ja Shallice (1997)	Ensimmäisessä osiossa tutkittava täydentää lauseita kontekstiin kuuluvilla sanoilla ja toisessa osiossa kontekstiin kuulumattomilla sanoilla.	Aloittamisen (initiation) nopeus, responssin tukahduttaminen
Stroop	Stroop (1935) Golden (1978)	Sana-osiossa tutkittava lukee mustalla painettuja värisanoja. Väri-osiossa tutkittava nimeää X-merkkijonojen painomusteen värejä. Interferenssi-osiossa tehtävänä on nimetä painomusteiden värit, joilla erilaiset värisanat ovat painettu (huolimatta sanan sisällöstä).	Inhibitio
TMT	Army Individual Test Battery (1944), Reitan (1955)	Ensimmäisessä osiossa tutkittavan tehtävänä on yhdistää 25 ympyröityä numeroa toisiinsa mahdollisimman nopeasti. Toisessa osiossa tutkittavan on vuoroteltava kirjainten ja numeroiden välillä.	Toimintatavan vaihto, inhibitio
TOL	Shallice (1982)	Tehtävänä on siirtää eri värisiä helmiä kolmen tapin kautta alkuasetelmasta tiettyyn asetelmaan mahdollisimman vähillä siirroilla.	Suunnittelu, inhibitio
TOH	Simon (1975)	Sama kuin TOL-testi, mutta tehtävä on monimutkaisempi, kun siirrettävät palat ovat eri kokoisia.	Suunnittelu, inhibitio
WCST	Berg (1948)	Tutkittavalle annetaan eteen neljä korttia, joissa ärsykkeet vaihtelevat lukumäärän, värin ja muodon mukaan. Tutkittavalle annetaan uusia kortteja, jotka tulee lajitella tuntemattoman säännön perusteella, joka vaihtuu ilman varoitusta.	Toimintatavan vaihto ja ylläpito, inhibitio, säännön havaitseminen, käsitteen muodostus

BSAT = Brixton Spatial Awareness Test, COWAT = Controlled Oral Word Association Test, HSCT = Hayling Sentence Completion Test, TMT = Trail Making Test, TOH = Tower of Hanoi, TOL = Tower of London, WCST = Wisconsin Card Sorting Test

Toiminnanohjauksen arvioinnin yksi merkittävimmistä ongelmista on *tehtävien epäpuhtaus* -ongelma (engl. task-impurity problem), jolla tarkoitetaan menetelmien arvioivan toiminnanohjauksen lisäksi aina jossain määrin myös muita toimintoja, kuten esimerkiksi työmuistia, tarkkaavuutta, värien prosessointia tai nimeämisnopeutta (Miyake & Friedman, 2012). Joidenkin tutkijoiden mukaan toiminnanohjauksen arviointimenetelmät ovat lähes kertakäyttöisiä ja niiden toistoreliabiliteetti ei koskaan tule olemaan hyvä, sillä kyseiset menetelmät on suunniteltu arvioimaan kykyä ratkoa uusia ongelmia uudentilanteissa (Burgess, 1997; Salthouse, Atkinson & Berish, 2003). Toiminnanohjauksen arviointimenetelmien ekologinen validiteetti on varsin heikko (Wood & Lioffi, 2006), eivätkä menetelmät ennusta kovin hyvin arjessa pärjäämistä (Burgess, 1997; Burgess, Alderman, Evans, Emslie & Wilson, 1998). Chaytor, Schmitter-Edgecombe ja Burr (2006) esittävät, että ekologisen validiteetin parantamiseksi toiminnanohjauksen perinteisten arviointimenetelmien tukena tulisi käyttää toimintakykyä ja adaptiivista toimintaa paremmin mittaavia kyselyinventareja.

Mueller ja Dollaghan (2013) totesivat katsauksessaan, että vaikka tutkimuksissa on usein löydetty korrelaatioita toiminnanohjauksen arviointimenetelmien kliinisestä käyttökelpoisuudesta aivovamma- ja AVH-potilaiden toiminnanohjauksen arvioinnissa, niin vahva tutkimusnäyttö puuttuu edelleen. Erään tulokannan mukaan alhaiset korrelaatiot liittyen toiminnanohjauksen arviointimenetelmien kliiniseen hyötyyn selittyvät menetelmien heterogeenisuudella (Miyake ym., 2000). Burgessin (1997) mukaan heikko korrelaatio saattaa selittyä sillä, että arviointimenetelmät eivät mittaa toiminnanohjausta, vaan joitakin muita monimutkaisia kognitiivisia toimintoja.

### **1.3 Aivoinfarkti ja toiminnanohjaus**

Aivoinfarktin seurauksena on yleistä, että kognitiivinen suorituskky heikentyy. Tähän ovat yhteydessä korkea ikä, etnisyy, alempi sosiaaliekonominen status, vaurio vasemmassa aivopuoliskossa, näkökentän häiriö ja virtsankarkailu (Patel, Coshall, Rudd & Wolfe, 2002; Pohjasvaara, Ylikoski, Hietanen, Kalska & Erkinjuntti, 2002a). Toiminnanohjauksen määritelmästä ja käytetyistä mittareista riippuen toiminnanohjauksen häiriöitä esiintyy 19–75 %:lla aivoinfarktiin sairastuneista (Chung ym., 2013; Leśniak, Bak, Czepiel, Seniów & Czlonkowska, 2008; Nyrkkö, 1999). Aivoinfarktipotilaat, joilla on toiminnanohjauksen häiriöitä, ovat yleensä muita vanhempia ja heikommin koulutettuja (Pohjasvaara ym., 2002b; Treitz, Heyder & Daum, 2007). Aivoinfarktin jälkeiset keskeisimmät toiminnanohjauksen ongelmat ilmenevät vaikeuksina toiminnan

jäsentämisessä, toiminnan kontrolloimisessa, juuttuvuudessa, suunnittelussa, ongelmanratkaisussa, loogisuudessa ja oman tilan arvioinnissa (Pohjasvaara ym., 2002a).

Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen heikentymisestä akuutisti sairastumisen jälkeen on niukasti tutkimustietoa. Zinn ym. (2007) tutkivat aivoinfarktipotilaita akuutisti sairastumisen jälkeen (3–7 vuorokautta sairastumisesta) ja saivat selville, että potilaat saivat toiminnanohjaukselta mittaavista tehtävistä keskimäärin 50 % maksimipistemääristä. Lisäksi toiminnanohjauksen ongelmia huomattiin ilmenevän TIA-potilailla sekä myös jo pelkästään aivoinfarktin riskiryhmään kuuluvilla henkilöillä. Tämä viittaa siihen, että verrattuna terveeseen populaatioon aivoinfarktiin sairastuneilla henkilöillä toiminnanohjaus on voinut olla merkittävästi heikentynyt jo ennen sairastumista.

Osalle aivoinfarktiin sairastuneista toiminnanohjauksen ongelmat jäävät varsin pysyviksi. Barker-Collo ym. (2012) saivat tutkimuksessaan selville, että aivoinfarktipotilaiden kognitiivisissa toiminnoissa ilmeni heikkoutta erityisesti toiminnanohjauksessa ja prosessointinopeudessa vielä viisi vuotta sairastumisen jälkeen. Samankaltaisia tuloksia on saatu tutkittaessa aivoinfarktipotilaita kolme (Hochstenbach, Mulder, van Limbeek, Donders & Schoonderwaldt, 1998), 12 (Rasquin, Lodder, Ponds, Winkens, Jolles & Verhey, 2004) ja 36 kuukautta (Coshall, Rudd & Wolfe, 2003) sairastumisen jälkeen.

### ***1.3.1 Toiminnanohjauksen kuntoutuminen aivoinfarktin jälkeen***

Aiemmissa aivoinfarktitutkimuksissa on tarkasteltu pääosin kognitiivista heikentymistä ja kognitiivisten häiriöiden ilmenemistä. Kognitiivisten toimintojen kuntoutumisen näkökulmasta tutkimusta on tehty vähemmän. Nykyisin tiedetään, että aivoinfarktin jälkeen aivot alkavat kuntoutua spontaanisti neurobiologisen toipumisen ja aivojen muovautuvuuden eli plastisiteetin avulla (Cramer, 2008; Robertson & Murre, 1999). Useimmiten jonkinasteista spontaania käyttäytymisen tasolla havaittavaa palautumista tapahtuu heti ensimmäisten viikkojen aikana aivoinfarktiin sairastumisesta (Cramer, 2008). Aivoinfarktin jälkeen toimintakyvyn ja kognitiivisten toimintojen kuntoutuminen on nopeinta ensimmäisten kolmen kuukauden aikana (Desmond, Moroney, Sano & Stern, 1996). Kuntoutumista voi tapahtua vielä ensimmäisen vuoden jälkeenkin. Hochstenbach, den Otter & Mulder (2003) havaitsivat tutkimuksessaan, että kognitiivisissa toiminnoissa (ml. toiminnanohjaus) tapahtui kuntoutumista vielä kaksi vuotta sairastumisen jälkeen, mutta vain osalla aivoinfarktipotilaista. Ballard ym. (2003) seurasivat kolmen ja 15 kuukauden seurantatutkimuksissa yli 75-vuotiaita aivoinfarktipotilaita. Tuloksista selvisi, että kognitiivisissa toiminnoissa (ml. toiminnanohjauksessa) kuntoutumista tapahtui yli 50 %:lla potilaista. Huomattavaa on, että osalla aivoinfarktipotilaista kuntoutumista ei tapahdu lainkaan ja osalla

kuntoutumisen sijasta toiminnot heikkenevät ajan myötä (ks. myös del Ser ym., 2005). Rasquin, Welter ja Heugten (2013) havaitsivat tutkimuksessaan, että aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksessa ei tapahtunut kuntoutumista tilastollisesti merkitsevästi kuukauden ja neljän kuukauden seurantatutkimuksissa.

Spontaanin kuntoutumisen lisäksi kognitiiviset toiminnot voivat palautua erilaisten oppimiseen perustuvien mekanismien kautta, joita hyödynnetään erilaisissa kuntoutuksissa. Toiminnanohjauksen kuntouttamisen tuloksellisuudesta ei ole vahvaa tutkimusnäyttöä ja tutkimustulokset ovat ristiriitaisia. Kuntoutuksen mahdollisista hyödyistä on löydetty viitteitä (Cicerone ym., 2005; Enriquez-Geppert, Huster & Hermann, 2013; Poulin, Korner-Bitensky, Dawson & Bherer, 2012), mutta tuoreessa laajassa katsauksessa Chung ym. (2013) toteavat, että tämän hetkiseen tutkimusnäyttöön perustuen toiminnanohjauksen kuntouttaminen ei ole hyödyllistä. Chung tutkimusryhmineen kuitenkin suosittelee, että aihetta on syytä tutkia lisää. Kuntoutumisen kannalta on ongelmallista, että toiminnanohjauksen häiriöt hankaloittavat jo itsessään aivoinfarktin jälkeistä kuntoutusta ja arjen toimintakyvyn palautumista (Leśniak ym., 2008; Zinn ym., 2007).

### **1.3.2 Aivoinfarktin lateraalisuus ja toiminnanohjaus**

Oikean aivopuoliskon (OH; oikea hemisfääri) infarktin saaneilla tulokset kognitiivisissa testeissä ovat yleensä parempia (Hochstenbach ym., 2003) ja kuntoutuminen tehokkaampaa kuin vasemman aivopuoliskon (VH; vasen hemisfääri) infarktin saaneilla (Hochstenbach ym., 2003; Patel, Coshall, Rudd & Wolfe, 2003). Myös toiminnanohjaus vaikuttaisi häiriintyvän enemmän vasempaan kuin oikeaan aivopuoliskoon kohdistuneesta infarktista (Hochstenbach ym., 2003; Mehool ym., 2002; Tatemichi ym., 1994; Vataja ym., 2003). Infarktien lisäksi myös eri tyyppiset vauriot, kuten repeämät ja verenvuodot, näyttäisivät aiheuttavan enemmän häiriöitä toiminnanohjaukseen kohdistuessaan vasempaan aivopuoliskoon (Kreiter ym., 2002; Martinaud ym., 2009).

Vastakkaistakin tutkimusnäyttöä OH- ja VH-potilaiden toiminnanohjauksen heikentymisen ja kuntoutumisen eroista löytyy, ja toisinaan yhteyttä infarktin lateraalisuuden ja toiminnanohjauksen välillä ei ole löytynyt. Desmond ym. (1996) havaitsivat kognitiivisen kuntoutumisen olevan tehokkaampaa VH-potilailla verrattuna OH-potilaisiin. Barker-Collo ym. (2012) tekemässä tutkimuksessa VH- ja OH-potilaiden kognitiiviset profiilit (ml. toiminnanohjaus) olivat heikentyneet normaaliväestöön verrattuna, mutta eivät eronneet toisistaan viisi vuotta sairastumisen jälkeen.

Van der Walin (2009) tutkimuksessa vaurion lateraalisuudella ei ollut merkitystä toiminnanohjauksen kuntoutumisessa Trail Making -testillä arvioituna, mutta seurantatutkimuksissa Stroopin testissä suoriutuminen parani OH-potilailla hieman VH-potilaita enemmän. Myös

Tsuchida ja Fellows (2012) havaitsivat tutkimuksessaan, että vasempaan aivopuoliskoon kohdistuneen vaurion saaneilla potilailla suoriutuminen heikkeni Stroop- ja set shifting -tehtävissä OH-potilaita enemmän.

Nyrkkö (1999) tutki aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjausta havainnoimalla heidän käyttäytymistään tutkimustilanteessa ja haastatteleamalla potilaiden omaisia. Tuloksista selvisi, että aivoinfarktin lateraalisuudella ei ollut yhteyttä toiminnanohjauksen ongelmiin. Nyrkön mukaan tämä viittaa siihen, että yleisluontoiset kognitiiviset häiriöt, kuten toiminnanohjaus, ovat ennemminkin riippuvaisia aivojen yleisestä eheydestä kuin vaurion lateraalisuudesta.

Tämän hetkiseen näyttöön pohjautuen voidaan yleisesti todeta, että vasen aivopuolisko vaikuttaa olevan hieman oikeaa aivopuoliskoa tärkeämmässä roolissa toiminnanohjauksen toiminnan kannalta. Tämä voi selittyä sillä, että vasen aivopuolisko vastaa enemmän myös yleisistä älyllisistä toiminnoista (Mehool ym., 2002). Lisäksi vasen aivopuolisko vastaa myös kielellisistä toiminnoista, jotka ovat usein merkittävässä roolissa toiminnanohjauksen neuropsykologisissa arviointimenetelmissä menestymisessä (Martinaud ym., 2009; Mehool ym., 2002).

#### **1.4 Tutkimuskysymykset**

Aivoinfarkteista aiheutuu merkittävää haittaa yksilölle ja yhteiskunnalle. Aivoinfarktin jälkeen kognitiivisten toimintojen, kuten toiminnanohjauksen, heikentyminen on yleistä (Patel, ym., 2002). Toiminnanohjauksen avulla yksilö kykenee päämääräsuuntautuneeseen ja itsenäiseen toimintaan (Lezak, 2004). Tällä hetkellä aivoinfarktipotilaiden kognitiivisten toimintojen ja erityisesti toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista koskeva tutkimustieto on vähäistä. Aiheen tutkiminen on tärkeää muun muassa siksi, että toiminnanohjauksella on yhteys yksilön työllistymismahdollisuuksiin (Ownsworth & Shum, 2007). Tässä tutkimuksessa selvitettiin ensimmäiseen aivoinfarktiin sairastuneiden potilaiden toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista. Vastauksia haettiin seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Onko aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjaus heikentynyt verrattuna terveeseen ikäryhmään?
- 2) Tapahtuuko aivoinfarktipotilailla toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista puolen vuoden ja vuoden seurannassa?



- 3) Onko vasemman aivopuoliskon infarktin saaneiden potilaiden toiminnanohjauksen kuntoutumisessa eroa verrattuna oikean aivopuoliskon infarktin saaneisiin potilaisiin puolen vuoden ja vuoden seurannassa?
- 4) Onko tässä tutkimuksessa käytettyjen toiminnanohjausta arvioivien menetelmien välillä korrelaatiota?

Aivoinfarkti voi heikentää yksilön kognitiivista kapasiteettia merkittävästi. Aiempien tutkimustulosten perusteella on syytä olettaa, että aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjaus on heikentynyt sairastumisen jälkeen verrattuna terveeseen ikäryhmään (Nyrkkö, 1999; Patel ym., 2002; Pohjasvaara ym., 2002b). Lisäksi on syytä olettaa, että toiminnanohjauksen ongelmia esiintyy akuuttivaiheen lisäksi myös kuusi ja 12 kuukautta sairastumisen jälkeen (Barker-Collo ym., 2012; Coshall, Rudd & Wolfe, 2003; Rasquin ym., 2004).

Aivoinfarktin jälkeen aivojen spontaania kuntoutumista tapahtuu neurobiologisen toipumisen ja plastisiteetin myötä, mikä näkyy tavallisesti jo ensimmäisten viikkojen jälkeen sairastumisesta (Cramer, 2008; Robertson & Murre, 1999). Aiempien tutkimusten perusteella aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksessa voidaan olettaa tapahtuvan spontaania kuntoutumista sairastumisen jälkeen etenkin ensimmäisen puolen vuoden sisällä (Desmond ym., 1996; Hochstenbach ym., 2003), mutta myös puolen vuoden ja vuoden välillä (Rasquin ym., 2004).

OH-infarktin saaneilla tulokset ovat kognitiivisissa testeissä yleensä parempia ja kuntoutuminen tehokkaampaa kuin VH-infarktin saaneilla (Hochstenbach ym., 2003), joten VH-potilaiden toiminnanohjauksen ja sen kuntoutumisen oletetaan olevan OH-potilaita heikompaa myös tässä tutkimusaineistossa.

Tyypillisesti toiminnanohjauksen neuropsykologisten arviointimenetelmien tulokset korreloivat keskenään suhteellisen heikosti. Menetelmien välinen korrelaatio on yleensä alle 0.4 (Jurado & Rosselli, 2007; Miyake ym., 2000). Tähän perustuen oletettiin, että tässä tutkimuksessa käytettyjen menetelmien väliset korrelaatiot jäävät suhteellisen alhaisiksi.

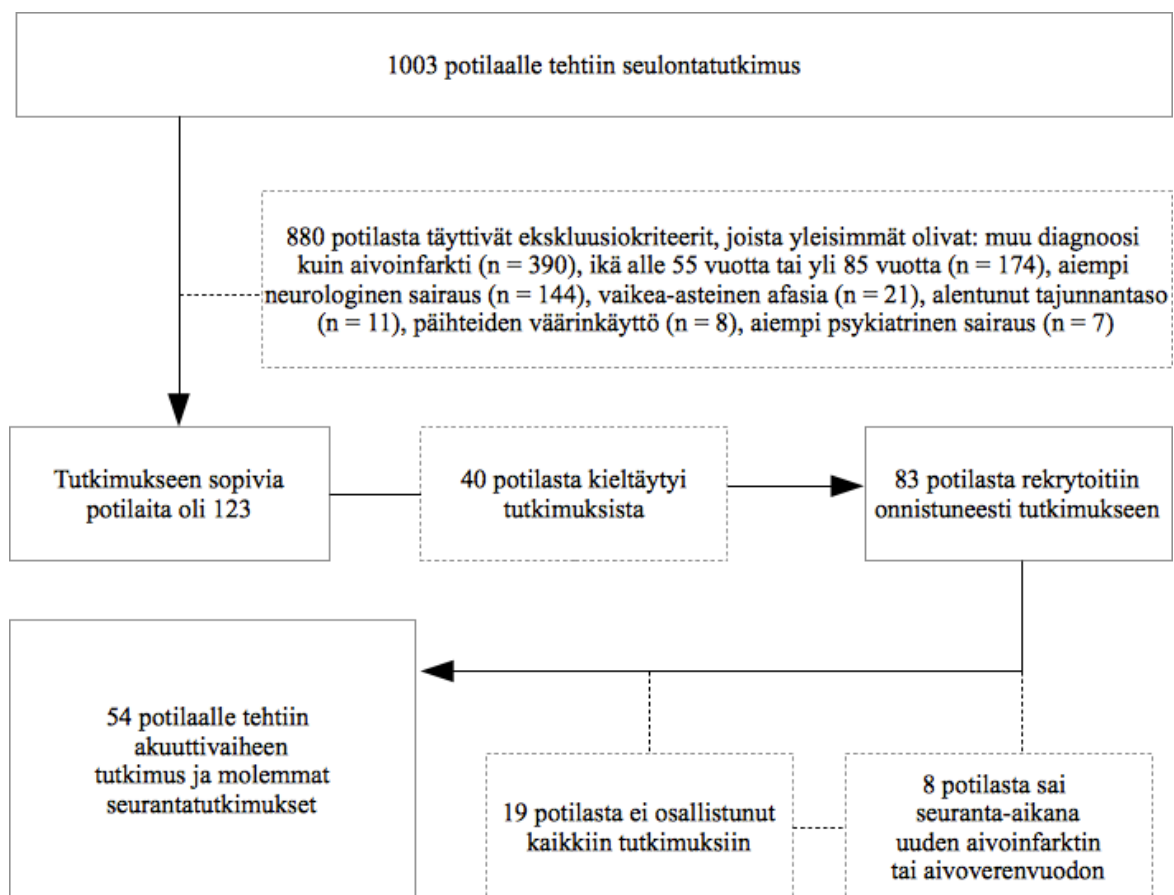
## **2. TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN**

Tämä pro gradu -tutkielma on osa Tampereen yliopistollisen sairaalan ja Tampereen yliopiston yhteistä poikkitieteellistä tutkimusprojektia ”Aivoinfarktin liuotushoidon yhteys kognitiivisten toimintojen kuntoutumiseen vuoden seurannassa”. Tampereen yliopistollisen sairaalan eettinen toimikunta myönsi tutkimusprojektille tutkimusluvan 24.11.2009 (Jehkonen, 2009).

## 2.1 Tutkittavat

Tutkittavat olivat sairastuneet elämänsä ensimmäiseen vasemman tai oikean hemisfäärin aivoinfarktiin. Tutkimusaineiston kerääminen aloitettiin 1.3.2010 ja uusien tutkittavien rekrytointi lopetettiin 17.12.2012. Aineisto kerättiin Tampereen yliopistollisen sairaalan neurologian akuuttiosastolla. Seulontatutkimus tehtiin 1003 potilaalle, joista tutkimukseen soveltuvia oli 123. Tutkimukseen soveltuvista potilaista tähän tutkimusaineistoon saatiin onnistuneesti rekrytoitua 83 potilasta. Tästä joukosta OH-infarktin saaneita potilaita oli 44 ja VH-infarktin saaneita potilaita 39. Tutkituista 67 henkilöä sai liuotushoidon.

Potilaiden eksklusiokriteereinä käytettiin seuraavia: jokin muu diagnoosi kuin aivoinfarkti, ikä alle 55 vuotta tai yli 85 vuotta, aiempi neurologinen sairaus, vaikea-asteinen afasia, merkittävä tajunnantason lasku tai ko-operoinnin ongelmat (akuuttivaiheessa erityisesti jaksavuus), päihteiden väärinkäyttö, aiempi psykiatrinen sairaus, jokin muu äidinkieli kuin suomi, ikään nähden merkittävä aivoatrofia, merkittävä kuulon tai primaarinäön häiriö sekä ennen sairastumista pysyvässä laitoshoidossa olo. Kuviossa 2 on esitetty tutkimukseen seulottujen, tutkimuksesta poissuljettujen ja kieltäytyneiden sekä tutkimukseen rekrytoitujen potilaiden määrät.



Kuvio 2. Tutkimuksen seulotut, poissuljetut, tutkimuksista kieltäytyneet ja poisjääneet sekä tutkimukseen rekrytoidut potilaat aikavälillä 1.3.2010–17.12.2012.

Akuuttivaiheessa tutkittujen potilaiden joukossa oli 11 potilasta, joille ei tehty potilaasta johtuvista syistä kumpaakaan kontrollitutkimusta. Lisäksi kahdeksan akuuttivaiheessa tutkittua potilasta osallistui vain yhteen kontrollitutkimukseen. Suurin osa ( $n = 62$ ) rekrytoituista potilaista osallistui akuuttitutkimuksen lisäksi sekä kuuden että 12 kuukauden seurantatutkimukseen. Erityisesti akuuttivaiheessa tutkittavilla ilmenneen väsyvyyden vuoksi monet tutkimukset jouduttiin keskeyttämään, mikä johti aineistokatoon joidenkin tehtävien kohdalla. Tämän pro gradu -tutkimuksen aineistoon otettiin mukaan vain ne potilaat, jotka oli tutkittu kaikkina kolmena ajankohtana. Lisäksi aineistosta jätettiin pois kahdeksan potilasta, joille ilmaantui seuranta-aikana uusi infarkti tai jokin muu AVH (esimerkiksi aivoverenvuoto).

Potilaiden joukossa oli enemmän miehiä kuin naisia (59 %) ja lähes kaikki potilaat saivat liuotushoidon (87 %). Taulukossa 2 on esitetty kolmena ajankohtana tutkittujen potilaiden taustatiedot koko aineistossa ja aivoinfarktin lateraalisuuden mukaan jaoteltuna. Taulukossa on myös OH- ja VH-potilaiden taustamuuttujien tilastollisten vertailut joista selvisi, että potilasryhmät eivät eronneet toisistaan keskeisten taustamuuttujien suhteen.

TAULUKKO 2. Kolmena ajankohtana tutkittujen potilaiden taustatiedot koko aineistossa ja aivoinfarktin lateraalisuuden mukaan jaoteltuna. Lisäksi taulukossa on OH- ja VH-potilaiden väliset tilastolliset vertailut.

	<i>Kaikki potilaat</i>	<i>Lateraalisuus</i>		<i>p-arvo</i>
		<i>OH (n = 27)</i>	<i>VH (n = 21)</i>	
Mies / Nainen	32 / 22	18 / 11	14 / 11	.651
L+ / L-	47 / 7	26 / 3	21 / 4	.537
Ikä: <i>M</i> (range)	65.89 (45–84)	67.31 (45–84)	64.24 (46–81)	.281
Koulutus vuosina: <i>M</i> (range)	10.63 (6–18)	10.14 (6–18)	11.20 (6–17)	.159
NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa: <i>M</i> (range)	2.54 (0–19)	2.55 (0–19)	2.52 (0–13)	.975
Päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen: <i>M</i> (range)	4.00 (1–14)	4.28 (1–14)	3.67 (2–7)	.267

OH = oikean hemisfäärin aivoinfarkti, VH = vasemman hemisfäärin aivoinfarkti, L+ = liuotushoidon saaneet potilaat, L- = liuotushoitoa saamatta jääneet potilaat, NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS-pistemäärä vaihtelee välillä 0–34, jossa 0 = ei oireita ja 34 = vaikea-asteinen oirekuva), range = vaihteluväli, *M* = keskiarvo

Potilaille tehtiin strukturoitu haastattelu akuuttitutkimusvaiheessa, jossa selvitettiin potilaiden taustatietoja. Koulutus vuosina -muuttuja on muodostettu laskemalla yhteen potilaan suoritettut koulutusvuodet sisältäen perusasteen, toisen asteen ja korkean asteen tutkinnot.

## **2.2 Tutkimusmenetelmät ja muuttujat**

Potilaille tehtiin neuropsykologinen, neurologinen ja neuroradiologinen tutkimus sairastumisen akuuttivaiheessa, eli pääasiassa 10 vuorokauden kuluttua sairastumisesta. Seurantatutkimukset suoritettiin kuusi ja 12 kuukautta sairastumisen jälkeen.

### **2.2.1 Neuropsykologiset menetelmät**

Toiminnanohjausta tutkittiin Trail Making -testillä (TMT) (Army Individual Test Battery, 1944), Stroopin testillä (Golden, 1978; Stroop, 1935), Rey-Osterrieth Complex Figure Test -tehtävän kopiointiosiolla (Osterrieth, 1944; Rey, 1941) ja sanasujuvuustehtävillä (Benton & Hamsher, 1976).

**Trail Making -testillä** (Army Individual Test Battery, 1944) tutkittiin toimintamallin joustavaa vaihtamista eli kognitiivista joustavuutta. Trail Making -testi on kynä-paperitehtävä, joka koostuu A- ja B-osasta. A-osassa numerot (1–25) yhdistetään kynällä toisiinsa numerojärjestyksessä. B-osassa numeroita (1–13) ja kirjaimia (A–L) yhdistetään vuorotellen toisiinsa numero- ja aakkosjärjestyksessä noudattaen. Tutkittavaa kehoitetaan toimimaan mahdollisimman nopeasti ja nostamatta kynää paperista. Testin A-osan katsotaan mittaavan yleistä tarkkaavuutta, visuomotorista etsintää ja nopeutta (Poutiainen, Kalska, Laasonen, Närhi & Räsänen, 2010). B-osa mittaa edellisten lisäksi toimintamallin joustavaa vaihtamista, useamman asian samanaikaista käsittelemistä, käsitteellistä ajattelua ja visuospatiaalista hahmotusta. On esitetty, että toiminnanohjauksen ongelmat saadaan puhtaammin testituloksista esiin kontrolloimalla visuomotorisen nopeuden osuus (Lezak ym., 2004; Stuss, Floden, Alexander, Levine & Katz, 2001b). Kliinisessä käytössä tämä on toteutettu käyttämällä B- ja A- osan aikaeroa tai aikojen välistä suhdetta (Arbuthnott & Frank, 2000; Poutiainen ym., 2010). Tässä tutkimuksessa TMT-tehtävän osalta huomioon otettiin tehtäviin käytetty aika ja oikeiden viivojen lukumäärä.

**Stroopin** testillä (Golden, 1978; Stroop, 1935) tutkittiin kykyä inhiboida automaattisia toimintaimpulsseja. Tutkimusten mukaan Stroopin testi on herkkä havaitsemaan otsalohkovaurioita (Miyake ym., 2000). Tässä tutkimuksessa käytetyssä Stroopin testin versiossa oli kolme osiota, joissa jokaisessa oli 100 ärsykettä ja 45 sekunnin aikaraja kunkin osion suorittamiseen.

Ensimmäisessä osiossa tutkittavan tuli lukea värisanoja paperilta mahdollisimman nopeasti. Toisessa osiossa värisanojen tilalla oli X-merkkijonoja erivärisin painomustein painettuina, ja tutkittavan tehtävänä oli nimetä mahdollisimman nopeasti jokaisen X-merkkijonon väri. Kolmannessa osiossa tutkittavan tehtävänä oli nimetä värisanojen painomusteen väri, kun värisanojen merkitys oli ristiriidassa painomusteen värin kanssa (esimerkiksi sana ”sininen” oli painettu punaisella värillä). Tässä tutkimuksessa Stroopin testistä otettiin huomioon kolmannen osion 1) oikeiden vastausten lukumäärä, 2) virheiden lukumäärä ja 3) virheen jälkeen korjattujen vastausten lukumäärä.

**Rey–Osterrieth Complex Figure Test** (ROCFT; Osterrieth, 1944; Rey, 1941) -testiä on käytetty perinteisesti visuokonstruktiivisten kykyjen ja visuaalisen muistin tutkimiseen, mutta tehtävän kompleksisuuden takia sen on arvioitu mittaavan myös toiminnanohjaukseen sisältyviä suunnittelu- ja organisointikykyjä (Ogino ym., 2009). ROCFT-testissä tehtävänä oli kopioida lyijykynällä piirtämällä mallin mukainen monimutkainen kuvio tyhjälle paperille ilman aikarajoitusta. Kuvio pisteitettiin Taylorin (1959) pisteitysjärjestelmän mukaisesti ja piirtämiseen käytetty aika mitattiin.

**Sanasujuvuustehtävillä** (Benton & Hamsher, 1976) arvioitiin sanahaun tehokkuutta, jossa toiminnanohjausta tarvitaan erilaisten sanahaun strategioiden muodostamisessa ja tehtävän kannalta sopimattomien sanojen inhiboinnissa (Jurado & Rosselli, 2007). Sanasujuvuustehtäviä on pidetty herkkinä havaitsemaan otsalohkovaurioita (Stuss & Benson, 1986). Sanasujuvuustehtävissä tutkittavan tehtävänä on luetella ääneen tietyn aikarajan sisällä mahdollisimman monta tiettyyn kategoriaan kuuluvaa sanaa. Tässä tutkimuksessa sanasujuvuustehtävä koostui neljästä osiosta: yhdestä semanttisesta ja kolmesta fonologisesta osiosta. Semanttisessa osiossa tutkittavan tehtävänä oli luetella mahdollisimman monta eläintä minuutin aikarajan sisällä. Fonologisia osioita oli kolme, joissa tutkittavan piti luetella minuutin ajan mahdollisimman monta tietyllä alkukirjaimella (P, A ja S) alkavaa substantiivia. Tässä tutkimuksessa sanasujuvuustehtävien osalta huomioon otettiin aikarajan sisällä oikein tuotettujen sanojen lukumäärä.

### **2.2.2 Neurologiset menetelmät**

Aivoinfarktipotilaiden oireiden vaikeusasteen arviointiin käytettiin National Institutes of Health Stroke Scalea (NIHSS; Goldstein, Bertels & Davis, 1989). NIHSS-pistemäärät vaihtelevat välillä 0–34 (0 = ei oireita; 34 = vaikea aivoinfarkti). NIHSS-lomakkeessa on 11 osiota, joilla arvioidaan esimerkiksi potilaan tajunnantaso, raajojen toimintaa, näkökenttäpuutoksia ja tuntoaistia. Neurologinen tutkimus suoritettiin jokaisella tutkimuskerralla.

### **2.2.3 Neuroradiologiset menetelmät**

Neuroradiologinen tutkimus sisälsi pään tietokonetomografia- (CT) ja magneettiresonanssi-kuvaukset (MRI). CT-kuvaukset suoritettiin akuuttivaiheessa ja MRI-kuvaukset akuuttivaiheen lisäksi 12 kuukauden seurannassa. Tässä tutkimuksessa CT- ja MRI-kuvauksista saatua tietoa käytettiin infarktin lateraalisuuden selvittämiseksi.

### **2.3 Aineiston analysointi**

Aineisto analysoitiin IBM SPSS Statistics -ohjelman versiolla 21. Aineiston puuttuvat arvot jätettiin aineistoon sellaisinaan. Kaikissa tilastollisissa testeissä käytetty merkitsevyystaso oli .05. Kaikissa tilastollisissa tarkasteluissa tutkittiin ainoastaan potilaita, jotka osallistuivat kaikkiin kolmeen tutkimukseen eivätkä sairastuneet seuranta-aikana uusiin infarkteihin tai muihin aivoverenkiertohäiriöihin.

Aineiston OH- ja VH-potilaiden taustamuuttujien tilastolliset vertailut tehtiin  $\chi^2$ -yhteensopivuustestillä ja t-testillä.

Tutkimuksen pitkittäisasetelman takia suoritettiin katoanalyysi. Katoanalyysin tarkoitus oli selvittää, poikkeavatko tutkimuksista poisjääneet potilaat keskeisiltä taustamuuttujiltaan niistä potilaista, jotka tutkittiin kaikkina kolmena tutkimusajankohtana. Tarkastelun kohteena olleet taustamuuttujat olivat sukupuoli, liuotushoito (liuotettu/ei liuotettu), ikä, koulutus, NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa ja päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen. Sukupuolelle ja liuotushoidolle katoanalyysi tehtiin Pearsonin  $\chi^2$ -testeillä ja muille muuttujille t-testeillä. Poisjääneiden potilaiden ryhmään laskettiin kuuden tai 12 kuukauden seurantatutkimukseen osallistumisensa peruneet ja ne, joille ei tehty TMT-, Stroop-, ROCFT- tai sanasujuvuustehtäviä kaikkina tutkimusajankohtina. Katoanalyysi tehtiin erikseen jokaiselle arviointimenetelmälle.

Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen heikentymisen astetta suhteessa terveeseen ikäryhmään tutkittiin z-pisteiden avulla. Testipistemäärät standardoitiin z-pisteiksi terveen ikäryhmän keskiarvon ja keskihajonnan avulla (Mitrushina, Boone, Razani & D'Elia, 2005). Lisäksi sanasujuvuus- ja TMT-tehtävien pistemäärille tehtiin koulutuskorjaukset potilaan koulutusvuosien perusteella (Mitrushina, Boone, Razani & D'Elia, 2005).

Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen kuntoutumista kuuden ja 12 kuukauden seurannassa tarkasteltiin Friedmanin testillä ja normaalisti jakautuneiden sanasujuvuustehtävämuuttujien kesken toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Friedmanin testin jälkeen parivertailut eri tutkimusajankohtien välillä tehtiin Wilcoxonin testillä, ja saaduille *p*-arvoille tehtiin Bonferroni-korjaukset.

Tämän tutkimuksen toiminnanohjauksen arviointimenetelmien tulosten yhdenmukaisuutta tutkittiin Pearsonin korrelaatiotaulukoilla.

### **3. TULOKSET**

#### **3.1 Katoanalyysi**

Katoanalyysi tehtiin TMT-B-, Stroop-, ROCFT- ja sanasujuvuustehtäville erikseen. Liitteissä A, B, C ja D on kuvattu katoanalyysien tulokset. Tarkasteltavat taustamuuttujat olivat sukupuoli, liuotushoito (liuotettu/ei liuotettu), ikä, koulutus, NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa ja päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen. Akuuttitutkimukseen osallistuneista potilaista kaikkina kolmena ajankohtana TMT-B-tehtävän teki 44 %, Stroopin testin 28 %, ROCFT-tehtävän 71 % ja sanasujuvuustehtävät 41 % potilaista.

TMT-B-tehtävän jokaisessa aikapisteessä tehneet potilaat olivat tehtävän vähintään yhdessä aikapisteessä tekemättä jättäneitä potilaita keskimäärin nuorempia (62.10/69.18) ja heidän infarktin vaikeusasteensa oli keskimäärin lievempi (1.47/3.22). Samoin Stroopin testin jokaisessa aikapisteessä tehneet olivat tehtävän vähintään yhdessä aikapisteessä tekemättä jättäneitä keskimäärin nuorempia (61.05/68.00) ja heidän infarktin vaikeusasteensa oli lievempi (.95/3.02). Lisäksi Stroopin testin jokaisessa aikapisteessä tehneillä potilailla oli tehtävän vähintään yhdessä aikapisteessä tekemättä jättäneitä potilaita vähemmän päiviä sairastumisen ja akuuttitutkimuksen välillä (3.16/4.19). Sanasujuvuustehtävät jokaisessa aikapisteessä tehneissä potilaiden joukossa oli enemmän VH- kuin OH-infarktin saaneita potilaita (VH-potilaita 82 %/OH-potilaita 18 %).

#### **3.2 Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen heikentyminen normaaliaineistoon verrattuna**

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen mukaisesti potilaiden toiminnanohjauksen heikentymisen astetta tarkasteltiin z-pisteillä, jotka jaettiin normaalijakauman hajontojen perusteella neljään

katteoriaan: ei heikentymistä ( $Z > -1$ ), lievä heikentyminen ( $-2 < Z \leq -1$ ), keskivaikea heikentyminen ( $-3 < Z \leq -2$ ) ja vaikea heikentyminen ( $Z \leq -3$ ). Taulukossa 3 on esitetty tutkittavien toiminnanohjauksen heikentyminen suhteessa terveeseen ikäryhmään eri tutkimusajankohtina.

Tulokset osoittavat, että verrattuna terveeseen ikäryhmään aivoinfarktipotilailla ilmeni toiminnanohjauksen heikentymistä vaihtelevasti. Tutkimusajankohdasta ja käytetystä arviointimenetelmästä riippuen 54–96 % aivoinfarktipotilaista suoriutui samantasoisesti kuin terve väestö keskimäärin. Toiminnanohjauksen lievää heikentymistä ilmeni 4–37 %:lla, keskivaikeaa heikentymistä 0–13 %:lla ja vaikeaa heikentymistä 0–21 %:lla potilaista. Vähintään lievää toiminnanohjauksen heikentymistä havaittiin arviointimenetelmästä riippuen akuuttivaiheessa 14–46 %:lla, kuuden kuukauden seurannassa 3–32 %:lla ja 12 kuukauden seurannassa 7–11 %:lla potilaista. Toiminnanohjauksen heikentyminen näkyi selvimmin TMT-, Stroop- ja ROCFT-menetelmillä tutkittuina siten, että heikentymistä ilmeni akuuttivaiheessa 25–46 %:lla, kuuden kuukauden seurannassa 25–32 %:lla ja 12 kuukauden seurannassa 21–24 %:lla potilaista.



TAULUKKO 3. Toiminnanohjauksen heikentymisen aste TMT-B-, ROCFT-, Stroop- ja sanasujuvuustehtävissä z-pisteinä akuutti- ja seurantavaiheissa. Taulukossa on esitetty potilaiden lukumäärät ja suluissa suhteelliset prosenttiosuudet.

	<i>n</i>	Ei heikentymistä ( $Z > -1$ )	Lievä heikentyminen ( $-2 < Z \leq -1$ )	Keskivaikea heikentyminen ( $-3 < Z \leq -2$ )	Vaikea heikentyminen ( $Z \leq -3$ )
<i>1. Akuuttivaihe</i>					
TMT-B aika	28	21 (75.0)	3 (10.7)	1 (3.6)	3 (10.7)
Stroop oikein	19	11 (57.9)	7 (36.8)	0 (-)	1 (5.3)
ROCFT pisteet	48	26 (54.2)	6 (12.5)	6 (12.5)	10 (20.8)
SS eläimet	28	24 (85.7)	1 (3.6)	3 (10.7)	0 (-)
SS P-A-S	28	24 (85.7)	1 (3.6)	3 (10.7)	0 (-)
<i>2. 6 kk:n seuranta</i>					
TMT-B aika	28	20 (71.4)	5 (17.9)	2 (7.1)	1 (3.6)
Stroop oikein	19	13 (68.4)	6 (31.6)	0 (-)	0 (-)
ROCFT pisteet	48	36 (75.0)	10 (20.8)	2 (4.2)	0 (-)
SS eläimet	28	27 (96.4)	1 (3.6)	0 (-)	0 (-)
SS P-A-S	28	27 (96.4)	1 (3.6)	0 (-)	0 (-)
<i>3. 12 kk:n seuranta</i>					
TMT-B aika	28	22 (78.6)	5 (17.9)	0 (-)	1 (3.6)
Stroop oikein	19	15 (78.9)	4 (21.1)	0 (-)	0 (-)
ROCFT pisteet	48	42 (76.4)	4 (7.3)	6 (10.9)	3 (5.5)
SS eläimet	28	26 (92.9)	2 (7.1)	0 (-)	0 (-)
SS P-A-S	28	26 (92.9)	2 (7.1)	0 (-)	0 (-)

TMT-B = Trail Making -testin B-osa, Stroop oikein = Stroopin testin interferenssiosion oikeiden vastausten lukumäärä, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS eläimet = sanasujuvuustehtävän eläimet-osio, SS P-A-S = sanasujuvuustehtävän P-, A- ja S-tehtäväosioiden summa

### 3.3 Toiminnanohjauksen spontaani kuntoutuminen koko aineistossa

Kun aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjausta tutkittiin tutkimuskysymyksen 2 mukaisesti jokaisen potilaan kohdalla vuoden sisällä kolmena ajankohtana, havaittiin, että spontaania kuntoutumista ilmeni useammalla arviointimenetelmällä tutkittuna. Taulukossa 4 on esitetty eri tehtävien

tunnusluvut ja tilastolliset vertailut koko tutkimusaikana sekä parivertailut tehtäväkohtaisesti eri ajankohtien välillä.

Koko tutkimusaikana toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista ilmeni tilastollisesti merkitsevästi TMT-testin B-osion aikamuuttujalla, Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärällä, ROCFT-tehtävän aikamuuttujalla ja pistemäärällä sekä sanasujuvuustehtävän eläimet-osiolla ja P-A-S-summalla tutkittuna. Kaikkien kolmen tutkimusajankohdan parivertailujen tarkasteluissa havaittiin, että sekä TMT-B-tehtävän aikamuuttujalla että Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärällä tutkittuna potilailla ilmeni toiminnanohjauksen kuntoutumista tilastollisesti merkitsevästi vain ensimmäisen puolen vuoden aikana. ROCFT-tehtävän pistemäärämuuttujassa, sanasujuvuustehtävien eläimet-osiossa ja P-A-S-summassa toiminnanohjauksen kuntoutumista ilmeni akuuttivaiheen ja kuuden kuukauden tutkimusten lisäksi akuuttivaiheen ja 12 kuukauden tutkimusten välillä. ROCFT-tehtävän aikamuuttujalla tutkittuna kuntoutumista tapahtui akuuttivaiheen ja 12 kuukauden tutkimusten välillä sekä kuuden kuukauden ja 12 kuukauden tutkimusten välillä. Sen sijaan toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista ei havaittu tapahtuneen, kun sitä tutkittiin TMT-B ja TMT-A-tehtävien aikamuuttujien osamäärällä, TMT-B-tehtävän pistemäärällä, Stroopin testin virheiden tai Stroopin testin korjattujen vastausten lukumäärällä.

TAULUKKO 4. Toiminnanohjaustehtävien tunnusluvut ja tilastolliset vertailut koko tutkimusajana sekä parivertailut akuuttivaiheen, kuuden kuukauden ja 12 kuukauden seurantatutkimusten välillä.

Tehtävä	<i>n</i>	Tutkimusajankohta						Toistettujen mittausten varianssi-analyysi / Friedmanin testi				Parivertailujen <i>p</i> -arvot		
		A		B		C		<i>F</i>	$\chi^2$	df	<i>p</i> -arvo	A vs B	A vs C	B vs C
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>							
TMT-B/A aika	28	2.63	1.28	2.65	1.25	2.62	.92	-	1.93	2	.381	1.00	1.00	.366
TMT-B aika	28	140.5	88.10	112.36	57.54	109.46	55.92	-	9.21	2	.010	.042	.072	1.00
TMT-B pisteet	30	18.87	8.20	21.13	5.71	20.80	6.19	-	1.27	2	.531	.669	.798	1.00
Stroop oikein	19	30.47	13.68	34.74	12.22	34.79	11.73	-	10.33	2	.006	.009	.081	1.00
Stroop virheet	16	.50	.82	.25	.58	.38	1.10	-	1.00	2	.607	1.00	1.00	.870
Stroop korjatut	17	.76	1.39	.56	.87	.76	1.09	-	.16	2	.922	.684	1.00	1.00
ROCFT aika	48	201.04	98.43	206.9	126.76	175.96	99.66	-	9.67	2	.008	1.00	.009	.009
ROCFT pisteet	48	27.20	8.10	31.74	4.16	31.75	6.82	-	15.47	2	.001	.001	.003	.615
SS eläimet	28	18.75	7.27	21.89	5.42	21.82	5.68	6.01	-	2, 54	.004	.023	.045	1.00
SS P-A-S	28	27.75	14.96	33.68	13.18	35.25	13.91	12.72	-	2, 54	.001	.007	.001	.562

A = akuuttivaihe, B = kuuden kuukauden seuranta, C = 12 kuukauden seuranta

TMT = Trail Making Test, B/A aika = B-osion aika jaettuna A-osion ajalla, Stroop = Stroopin testin interferenssiosio, oikein = oikeiden vastausten lukumäärä, virheet = virheiden lukumäärä, korjatut = korjattujen vastausten lukumäärä, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS eläimet = sanasujuvuustehtävän eläimet-tehtäväosion oikeiden vastausten lukumäärä, SS P-A-S = sanasujuvuustehtävän P-, A- ja S-tehtäväosiodien oikeiden vastausten summa

### 3.4 Aivoinfarktin lateraalisuuden vaikutus toiminnanohjauksen spontaaniin kuntoutumiseen

Tutkimuskysymyksessä 3 tarkasteltiin aivoinfarktin lateraalisuuden vaikutusta toiminnanohjauksen spontaaniin kuntoutumiseen. Liitteissä E ja F on kuvattu OH- ja VH-potilaiden tehtävissä suoriutumisen tunnuslukuja, tilastolliset vertailut koko tutkimusaikana ja parivertailut tehtäväkohtaisesti eri tutkimusajankohtien välillä.

Kun verrattiin OH- ja VH-potilaiden tehtäväsuoriutumista eri tutkimusajankohdissa, havaittiin, että ryhmät erosivat toisistaan ainoastaan sanasujuvuustehtävän P-A-S-tehtävien suoriutumisessa sairastumisen akuuttivaiheessa ( $t(21.35) = 2.52, p = .020$ ) niin, että OH-potilaat suoriutuivat siinä VH-potilaita paremmin. Muissa tehtävissä potilasryhmien suoriutumisessa eri tutkimusajankohtien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

OH-potilailla toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista havaittiin tapahtuvan tilastollisesti merkitsevästi vain, kun sitä tutkittiin ROCFT-tehtävän aikamuuttujalla ja pistemäärillä. Parivertailuissa ilmeni, että pistemäärillä tutkittuna kuntoutumista tapahtui akuuttivaiheen ja kuuden kuukauden sekä akuuttivaiheen ja 12 kuukauden välillä. Aikamuuttujalla tutkittuna kuntoutumista havaittiin tapahtuneen vain akuuttivaiheen ja kuuden kuukauden tutkimusten välillä.

OH-potilaisiin verrattuna VH-potilailla toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista havaittiin useammalla arviointimenetelmällä. Samoin kuin OH-potilailla, VH-potilailla kuntoutumista havaittiin tapahtuneen ROCFT-tehtävän aikamuuttujalla ja pistemäärillä tutkittuna. Lisäksi VH-potilailla kuntoutumista havaittiin, kun sitä tutkittiin Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärällä ja sanasujuvuustehtävän P-A-S-summalla. Parivertailuista kävi ilmi, että akuuttivaiheen ja kuuden kuukauden tutkimuksen välillä kuntoutumista tapahtui ROCFT-tehtävän pistemäärällä ja sanasujuvuustehtävän P-A-S-summalla tutkittuna. Lisäksi P-A-S-summalla tutkittuna kuntoutumista havaittiin tapahtuvan myös akuuttivaiheen ja 12 kuukauden tutkimuksen välillä.

### **3.5 Toiminnanohjauksen arviointimenetelmien korrelaatiot**

Tutkimuskysymyksessä 4 tarkastelun kohteena oli tässä tutkimuksessa käytettyjen toiminnanohjauksen arviointimenetelmien korrelaatiot. Liitteissä G, H, ja I on esitetty korrelaatiot akuuttivaiheessa sekä kuuden ja 12 kuukauden seurantatutkimuksissa.

Akuuttivaiheessa korrelaatiot vaihtelivat eri menetelmien kesken välillä .06–.77, kuuden kuukauden seurannassa välillä .01–.77 ja 12 kuukauden seurannassa välillä .02–.76. Korrelaatiot pysyivät varsin samansuuruisina kolmen tutkimusajankohdan välillä. Tarkemmassa tarkastelussa havaittiin, että akuuttivaiheessa eri arviointimenetelmien välisissä vertailuissa korkein korrelaatio löytyi sanasujuvuustehtävän P-A-S-osion ja TMT-B:n aikamuuttujan väliltä. Kuuden kuukauden seurannassa eri arviointimenetelmien välisissä vertailuissa korkein korrelaatio löytyi sanasujuvuustehtävän P-A-S-osion ja Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärän väliltä. Kahdentoista kuukauden seurannassa korkein korrelaatio oli Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärän ja TMT-B-tehtävän aikamuuttujan välillä. Heikoimmin muiden muuttujien kanssa kaikissa tutkimusajankohdissa korreloi Stroopin testin korjattujen vastausten lukumäärä.

## **4. POHDINTA**

Tämän tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää tapahtuuko toiminnanohjauksessa spontaania kuntoutumista ensimmäisen aivoinfarktin jälkeen kuuden ja 12 kuukauden seurannassa. Aluksi tutkittiin, oliko aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjaus heikentynyt sairastumisen myötä verrattuna terveeseen ikäryhmään. Kiinnostuneita oltiin myös siitä, onko vasemman ja oikean aivopuoliskon infarktin saaneiden toiminnanohjauksen spontaanissa kuntoutumisessa eroja. Lisäksi tarkasteltiin tässä tutkimuksessa käytettyjen toiminnanohjauksen arviointimenetelmien välisiä korrelaatioita.

### **4.1 Päätulokset**

Aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen heikentymistä tutkittiin vertaamalla potilaiden suoriutumista terveen ikäryhmän suoriutumiseen kaikissa kolmessa tutkimusajankohdassa. Hypoteesi aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksen heikentymisestä verrattuna terveeseen ikäryhmään sai tukea. Tulokset olivat linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa, joiden mukaan toiminnanohjaus on aivoinfarktiin sairastumisen akuuttivaiheessa heikentynyt verrattuna terveeseen

ikäryhmään (Nyrkkö, 1999; Patel ym., 2002; Pohjasvaara ym., 2002b). Aikaisempien tutkimushavaintojen (Barker-Collo ym., 2012; Coshall, Rudd & Wolfe, 2003; Rasquin ym., 2004) mukaisesti potilailla esiintyi toiminnanohjauksen ongelmia myös kuuden ja 12 kuukauden seurantatutkimuksissa. Tässä tutkimuksessa toiminnanohjauksen heikentyminen oli voimakkainta sairastumisen akuuttivaiheessa, mutta huomattavalla osalla potilaista toiminnanohjaus oli heikentynyt sairastumisen akuuttivaiheen lisäksi myös kuuden ja 12 kuukauden seurannoissa. Tuloksista selvisi, että vähintään lievää heikentymistä ilmeni 4–46 %:lla potilaista arviointimenetelmästä ja tutkimusajankohdasta riippuen. Suurimmalla osalla heikentyminen oli lievää, mutta osalla myös keskivaikeaa ja vaikeaa. Toiminnanohjauksen osatoiminnoista sanahaun tehokkuus sanasujuvuustehtävillä tutkittuna heikentyi vähiten: akuuttivaiheessa se oli heikentynyt 14 %:lla, kuuden kuukauden seurannassa 4 %:lla ja 12 kuukauden seurannassa 7 %:lla potilaista. Tämä voi selittyä sillä, että sanasujuvuus saattaa olla muita toiminnanohjauksen osatoimintoja spesifisempi toiminto. Sen sijaan toiminnanohjauksen heikentyminen havaittiin selvemmin kognitiivisessa joustavuudessa TMT-tehtävällä tutkittuna, inhibitiassa Stroopin testillä tutkittuna ja suunnittelukyvyssä ROCFT-tehtävällä tutkittuna. Akuuttivaiheessa 25–46 %:lla, kuuden kuukauden seurannassa 25–32 %:lla ja 12 kuukauden seurannassa 21–24 %:lla potilaista toiminnanohjaus oli heikentynyt vähintään lievästi, kun sitä tutkittiin TMT- ja ROCFT-tehtävällä sekä Stroopin testillä.

Tässä tutkimuksessa hypoteesi siitä, että aivoinfarktipotilaiden toiminnanohjauksessa tapahtuu spontaania kuntoutumista sairastumisen jälkeen, sai tukea. Aikaisempien tutkimusten perusteella oletettiin, että spontaania kuntoutumista ilmenee etenkin ensimmäisen puolen vuoden aikana (Desmond ym., 1996; Hochstenbach ym., 2003), ja myös vuoden jälkeen sairastumisesta (Rasquin ym., 2004). Tässä tutkimuksessa potilaiden toiminnanohjauksen havaittiin kuntoutuvan spontaanisti aivoinfarktin jälkeen ensimmäisen kuuden ja 12 kuukauden aikana useammalla arviointimenetelmällä tutkittuna. Tuloksista saatiin alustavaa näyttöä siitä, että toiminnanohjauksen eri osatoiminnot kuntoutuvat osittain eriaikaisesti. Kuntoutumista ilmeni tilastollisesti merkitsevästi kognitiivisessa joustavuudessa TMT-tehtävän B-osion aikamuuttujalla tutkittuna, inhibitiassa Stroopin testin oikeiden vastausten lukumäärällä tutkittuna, suunnittelukyvyssä ROCFT-tehtävän sekä aikamuuttujalla että pistemäärällä tutkittuna ja sanahaun tehokkuudessa sekä sanasujuvuustehtävän eläimet-osiolla että P-A-S-summalla tutkittuna.

Tulokset osoittivat, että aivoinfarktin lateraalisuudella oli vaikutusta toiminnanohjauksen spontaaniin kuntoutumiseen. Aikaisemmissa tutkimuksissa toiminnanohjaus on näyttänyt häiriintyvän enemmän vasempaan kuin oikeaan aivopuoliskoon kohdistuneesta infarktista (Hochstenbach ym., 2003; Mehool ym., 2002; Tatemichi ym., 1994; Vataja ym., 2003). Tässä tutkimuksessa OH- ja VH-potilaiden testisuoritukset eivät juuri poikenneet toisistaan.

Testisuorituksissa ryhmien välillä ilmeni eroa ainoastaan akuuttivaiheessa sanasujuvuustehtävän P-A-S-summalla tutkittuna siten, että OH-potilaat suoriutuivat siinä VH-potilaita paremmin. Sen sijaan OH-potilaisiin verrattuna VH-potilailla ilmeni toiminnanohjauksen spontaania kuntoutumista useammalla neuropsykologisella menetelmällä tutkittuna. Tämä oli vastakkainen havainto suhteessa aikaisempiin tutkimustuloksiin (esim. Hochstenbach ym., 2003; Patel ym., 2003). Molemmat potilasryhmät kuntoutuivat tilastollisesti merkitsevästi suunnittelukyvyssä ROCFT-tehtävän aikamuuttujalla ja pistemäärillä tutkittuina. Lisäksi VH-potilailla tapahtui kuntoutumista tilastollisesti merkitsevästi inhibitiossa Stroopin testillä tutkittuna ja sanasujuvuudessa sanasujuvuustehtävillä P-A-S-summalla tutkittuna. OH- ja VH-potilaiden kuntoutumisen erot voivat mahdollisesti liittyä siihen, että vasen aivopuolisko vastaa pääosin kielellisistä toiminnoista, joita tarvitaan olennaisesti neuropsykologisissa toiminnanohjauksen arviointimenetelmissä suoriutumiseen (Martinaud ym., 2009; Mehool ym., 2002).

Lisäksi tarkasteltiin tässä tutkimuksessa käytettyjen arviointimenetelmien korrelaatioita. Tuloksista ilmeni, että korrelaatiot nousivat paikoitellen hyvin korkeiksi. Arviointimenetelmien väliset korrelaatiot vaihtelivat välillä .06–.77. Korrelaatiot säilyivät eri tutkimusajankohtien välillä hyvin samansuuruisina, mikä viittaa arviointimenetelmien hyvään reliabiliteettiin. Mielenkiintoista oli, että arviointimenetelmien tulokset korreloivat keskenään paikoitellen enemmän kuin mitä oletettiin aikaisempien tutkimusten perusteella (esim. Jurado & Rosselli, 2007; Miyake ym., 2000). Korkein korrelaatio (.77) löytyi sanasujuvuustehtävän P-A-S-summan ja Stroopin testin oikeiden vastausten väliltä. Tämä voi osin selittyä sillä, että molemmissa tehtävissä onnistumiseen tarvitaan oleellisesti kielellisiä kykyjä. Korrelaatioissa ilmeni suuresti vaihtelua, mikä viittaa siihen, että arviointimenetelmät mittaavat toiminnanohjauksen eri osatoimintoja.

## **4.2 Tutkimuksen rajoitukset ja vahvuudet**

Tämän tutkimuksen potilaskato oli kokonaisuudessaan 50 %, eli puolet tutkimukseen sopivista potilaista saatiin tutkittua akuuttivaiheessa ja molemmissa seurantatutkimuksissa. Potilaskato vaihteli eri tehtävien välillä. Erityisesti sanasujuvuustehtävien kohdalla kato oli ongelmallisen suurta. Koska otos oli itsessään jo varsin pieni ja sanasujuvuustehtäviä tehneitä VH-potilaita oli OH-potilaita merkittävästi enemmän, niin etenkin infarktin lateraalisuuden vaikutuksen tarkastelu näiden tehtävien perusteella lisäsi tyyppin 2 virhettä.

Tässä tutkimuksessa käytetyt toiminnanohjauksen arviointimenetelmät olivat monipuolisia ja yleisesti toiminnanohjauksen arviointiin tarkoitettuja menetelmiä. ROCFT-tehtävän esittämiseen ja

pisteitykseen päädyttiin kuitenkin käyttämään toiminnanohjauksen arviointiin heikommin soveltuvaa Taylorin pisteitysjärjestelmää. Boston Qualitative Scoring Systemin (BQSS; Stern ym., 1999) käyttö vie Taylorin pisteitysjärjestelmää enemmän aikaa, mutta sillä kyettäisiin arvioimaan paremmin potilaiden suunnittelukykyä, koska kyseisellä menetelmällä havainnoidaan esimerkiksi yksityiskohtien piirtämisjärjestystä.

On syytä pohtia, kuinka varhain toiminnanohjausta tai muita kognitiivisia toimintoja voidaan tutkia luotettavasti aivoinfarktiin sairastumisen jälkeen. Huomioitavaa on, että potilaita tutkittaessa neuropsykologisin menetelmin tehtävien esitysjärjestys on mahdollisesti vaikuttanut potilaiden suoriutumiseen eri tehtävissä erityisesti sairastumisen akuuttivaiheessa, jolloin väsyvyys on ollut voimakkainta. Tästä syystä erityisesti tutkimuskertojen loppupuolella esitettyjen tehtävien validiteetit toiminnanohjauksen mittareina voidaan asettaa kyseenalaisiksi. Tässä tutkimuksessa ROCFT esitettiin aina jokaisen tutkimuskerran alkupuolella, kun taas TMT ja Stroopin testi tehtiin viimeisimpinä tehtävinä. Potilaiden pyynnöstä useat akuuttitutkimukset jouduttiin keskeyttämään, minkä seurauksena TMT-tehtävä ja Stroopin testi jäi huomattavalta osalta potilaista tekemättä. Katoanalyysin tuloksista selvisi, että TMT-tehtävän ja Stroopin testin tekemättä jättäneet potilaat olivat kyseiset tehtävät tehneisiin potilaisiin verrattuna keskimäärin iäkkäämpiä ja heidän infarktin vaikeusasteensa oli vaikea-asteisempi. Lisäksi Stroopin testin tekemättä jättäneet potilaat oli tutkittu keskimäärin aikaisemmin sairastumisen jälkeen verrattuna kyseisen tehtävän tehneisiin potilaisiin.

Toiminnanohjauksen arviointimenetelmät on suunniteltu arvioimaan kykyä ratkoa uusia ongelmia uudentilanteissa. Tällä perusteella joidenkin tutkijoiden mukaan toiminnanohjaustestien toistoreliabiliteetti ei voi olla hyvä (Burgess, 1997; Salthouse, Atkinson & Berish, 2003), joten tässäkin tutkimuksessa käytettyjen toiminnanohjauksen arviointimenetelmien toistoreliabiliteetti voidaan asettaa kyseenalaiseksi. Tästä syystä tämän tutkimuksen seurantatutkimuksissa on mahdollisesti onnistuttu arvioimaan toiminnanohjauksen sijasta joitain muita kognitiivisia toimintoja.

Tutkimuksen kaikki muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneita ja joidenkin tehtävien kohdalla otos jäi pieneksi, joten aineiston analysoinnissa jouduttiin käyttämään pääosin epäparametrisia menetelmiä. Tästä johtuen 2 tyypin virheen todennäköisyys kasvoi, joten tässä tutkimuksessa käytetyt analysointimenetelmät eivät välttämättä havainneet kaikkia toiminnanohjauksen spontaaniin kuntoutumiseen liittyviä ilmiöitä.

Tämän tutkimuksen ehdoton vahvuus on pitkittäisasetelma. Potilaat saatiin tutkittua ensimmäisen kerran hyvin varhaisessa vaiheessa sairastumisen jälkeen. Seurantatutkimukset ajoitettiin jokaisen potilaan kohdalla kuuden ja 12 kuukauden päähän sairastumisesta. Suuresta kadosta huolimatta, mikä on realiteetti aina kliinisessä tutkimuksessa, otoskoko oli varsin hyvä.



Tutkimukseen osallistuneet potilaat olivat taustamuuttujiltaan varsin heterogeenisiä. Voidaan todeta, että selvitettyiltä taustamuuttujiltaan tutkimuksen otos edusti hyvin vastaavaa tervettä ikäryhmää. Tässä tutkimuksessa käytettiin monipuolisesti erilaisia neuropsykologisia toiminnanohjauksen arviointimenetelmiä, joilla tutkittiin useampaa toiminnanohjauksen osatoimintoa: kognitiivista joustavuutta, inhibitiota, suunnittelukykyä ja sanasujuvuutta. Lisäksi moniammatillisten tutkimusmenetelmien käyttämisestä oli suurta hyötyä. Potilailta kerätty neuroradiologinen data mahdollisti OH- ja VH-potilaiden välisen vertailun ja neurologinen data aivoinfarktin vaikeusasteen arvioinnin, jota hyödynnettiin katoanalyysissä.

### 4.3 Lopuksi

Muuttuneen väestörakenteen ja väestön vanhenemisen myötä aivoinfarktien esiintyvyys on lisääntynyt. Toiminnanohjauksen teoreettisen ja kliinisen tutkimuksen lisäksi aivoinfarktipotilaiden kognitiivisten toimintojen spontaanin kuntoutumisen tutkimus on viime aikoina yleistynyt. Tämä pro gradu -tutkielma tuo tutkijoille, hoitohenkilökunnalle ja erityisesti aivoinfarktipotilaille sekä heidän läheisilleen tärkeää tietoa siitä, että toiminnanohjaus voi kuntoutua spontaanisti. Koska toiminnanohjauksella on yhteys mm. työllistymismahdollisuuksiin (Ownsworth & Shum, 2007), tieto spontaanin kuntoutumisen mahdollisuudesta on rohkaisevaa ja auttaa potilaan kuntoutussuunnitelman laatimisessa. Tiedon avulla hoitoa ja kuntoutusta on mahdollista kehittää ja kohdentaa aiempaa tehokkaammin. Tämä tutkimus tuo myös vastauksia kysymyksiin, jotka koskevat aivoinfarktipotilaiden kognitiivisen toimintakyvyn ennustetta, potilaan kotiuttamisen oikea-aikaisuutta sekä potilaan ja läheisten mahdollisuutta ennakoida sairauden myötä arjessa ilmeneviä muutoksia.

Aivoinfarktin jälkeisen toiminnanohjauksen spontaanista kuntoutumisesta on vielä kuitenkin varsin vähän tutkimusta, joten aiheen tutkimiselle on jatkossakin tarvetta. Kuten Barker-Collo ym. (2012) ehdottavat, jatkotutkimuksissa olisi hyödyllistä tutkia lateraalisuuden sijasta infarktin tarkempaa sijaintia esimerkiksi aivojen etu- ja takaosien välillä, sillä toiminnanohjauksen osatoiminnot näyttäisivät olevan edustettuina aivoissa eri tavoin. Lisäksi, koska neuropsykologisten toiminnanohjauksen arviointimenetelmien ekologinen validiteetti on toistaiseksi vaatimaton, jatkotutkimuksissa tehtäväpohjaisten tutkimusmenetelmien tukena olisi lisäksi hyvä hyödyntää toimintakykyä paremmin mittaavia kyselyinventaaareja (Chaytor, Schmitter-Edgecombe & Burr, 2006). Zinn ym. (2007) ovat havainneet, että aivoinfarktiin sairastuneilla henkilöillä toiminnanohjaus saattaa olla merkittävästi heikentynyt jo ennen sairastumista. Tästä syystä

toiminnanohjauksen heikentymiseen liittyvää tutkimusta olisi tarpeen kohdistaa myös aivoinfarktin riskipopulaatioon.

## LÄHTEET

- Aivoinfarkti (verkkoversio). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen Yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2006 (päivitetty 11.1.2011, viitattu 1.4.2013). Saatavissa: <http://www.kaypahoito.fi>
- Alexander, M. P., Stuss, D. T. & Fansabedian, N. (2003). California verbal learning test: Performance by patients with focal frontal and non-frontal lesions. *Brain*, 126, 1493–1503.
- Alvarez, J. A. & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16, 17–42.
- Arbuthnott, K. & Frank, J. (2000). Trail Making Test, Part B as Measure of Executive Control: Validation Using a Set-Switching Paradigm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 518–528.
- Army Individual Test Battery (1944). *Manual of Directions and Scoring*. Washington, D. C.: War Department, Adjutant General's Office.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559.
- Banich, M. T. (2009). Executive Function: The Search for an Integrated Account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89–94.
- Barker-Collo, S., Starkey, N., Lawes, C. M. M., Feigin, V., Senior, H. & Parag, V. (2012). Neuropsychological Profiles of 5-Year Ischemic Stroke Survivors by Oxfordshire Stroke Classification and Hemisphere of Lesion. *Stroke*, 43, 50–55.
- Benton, A. L. & Hamsher, K. S. (1976). *Multilingual Aphasia Examination*. Iowa City: University of Iowa.

- Burgess, P. W. (1997). Theory and methodology in executive function research. Teoksessa: P. Rabbit (toim.), *Methodology of frontal and executive function* (s. 81–116). Hove, England: Psychology Press.
- Burgess, P. W., Alderman, N., Evans, J., Emslie, H. & Wilson, B. A. (1988). The ecological validity of tests of executive function. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(6), 547–558.
- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T. & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201–216.
- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M. & Buss, R. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 217–227.
- Chung, C. S., Pollock, A., Campbell, T., Durward, B. R. & Hagen, S. (2013). Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in adults with stroke or other adult non-progressive acquired brain damage. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 30(4), doi:10.1002/14651858.CD008391.pub2.
- Cicerone, K. D., Dahlberg, C., Malec, J. F., Langenbahn, D. M., Felicetti, T., Kneipp, S., . . . Catanese, J. (2005). Evidence-Based Cognitive Rehabilitation: Updated Review of the Literature From 1998 Through 2002. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(8), 1681–1692.
- Collette, T., Hogge, Salmon, E. & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139(1), 209–221.
- Collette, T., Van der Linden, M., Laureys, S., Delfiore, G., Degueldre, C., & Luxen, A. & Salmon, E. (2005). Exploring the unity and diversity of the neural substrates of executive functioning. *Human Brain Mapping*, 25(4), 409–423.
- Cramer, S. C. (2008). Repairing the human brain after stroke: I. Mechanisms of spontaneous recovery. *Annals of Neurology*, 63, 272–287.

- del Ser, T., Barba, R., Morin, M. M., Domingo, J., Cemillan, C., Pondal, M. & Vivancos, J. (2005). Evolution of Cognitive Impairment After Stroke and Risk Factors for Delayed Progression. *Stroke*, 36, 2670–2675.
- Desmond, D. W., Moroney, J. T., Sano, M. & Stern, Y. (1996). Recovery of Cognitive Function After Stroke. *Stroke*, 27, 1798–1803.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Duncan, J., Burgess, P. & Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 33, 261–268.
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders. *British Medical Bulletin*, 65(1), 49–59.
- Enriquez-Geppert, S., Huster, R. J. & Herrmann, C. S. (2013). Boosting brain functions: Improving executive functions with behavioral training, neurostimulation, and neurofeedback. *International Journal of Psychophysiology*, 88(1), 1–16.
- Fisk, J. E. & Sharp, C. A. (2004). Age-related Impairment in Executive Functioning: Updating, Inhibition, Shifting, and Access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(7), 874–890.
- Fogelholm, R., Rissanen, A. & Nenonen, M. (2001). Aivoverisuonisairauksien aiheuttamat suorat ja epäsuorat kustannukset Suomessa. *Suomen Lääkärilehti*, 56(36), 3563–3567.
- Fox, N. A. & Calkins, S. D. (2003). The Development of Self-Control of Emotion: Intrinsic and Extrinsic Influences. *Motivation and Emotion*, 27(1), 7–26.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C. & Hewitt, J. K. (2006). Not All Executive Functions Are Related to Intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172–179.
- Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex—An update: Time is of the essence. *Neuron*, 30(2), 319–333.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31, 373–385.

- Golden, C. J. (1978). *Stroop Color and Word Test*. Chicago, IL: Stoeting.
- Goldberg, E. (2001). *The Executive Brain*. New York: Oxford University Press.
- Goldberg, E. & Bilder, R. M., Jr. (1987). *The frontal lobes and hierarchical organization of cognitive control. The frontal lobes revisited*. New York: The IRBN Press.
- Goldstein, L. B., Bertels, C. & Davis, J. N. (1989). Interrater reliability of the NIH stroke scale. *Archives of Neurology*, 46(6), 660–662.
- Gottesman, R. F. & Hillis, A. E. (2010). Predictors and assesment of cognitive dysfunction resulting from ischaemic stroke. *Lancet Neurology*, 9(9), 895–905.
- Happaney, K., Zelazo, P. D. & Stuss, D. T. (2004). Development of orbitofrontal function: Current themes and future directions. *Brain and Cognition*, 55(1), 1–10.
- Heyder, K., Suchan, B. & Daum, I. (2004). Cortico-subcortical contributions to executive control. *Acta Psychologica*, 115(2–3), 271–289.
- Hochstenbach, J., den Otter, R. & Mulder, T. (2003). Cognitive recovery after stroke: a 2-year follow-up. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 1499–504.
- Hochstenbach, J., Mulder, T., van Limbeek, J., Donders, R. & Schoonderwaldt, H. (1998). Cognitive decline following stroke: a comprehensive study cognitive decline following stroke. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 20(4), 503–517.
- Huizinga, M., Dolan, C. V. & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017–2036.
- Ilonen, T. (2010). Lääkäri neuropsykologisten käsitteiden viidakossa. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 116, 949–54.
- Jehkonen, M. (2009). *Aivoinfarktin liuotushoidon yhteys kognitiivisten toimintojen kuntoutumiseen vuoden seurannassa*. Tutkimussuunnitelma 27.9.2009.

- Johnston, S. C., Gress, D. R., Browner, W. S. & Sidney, S. (2000). Short-term prognosis after emergency department diagnosis of TIA. *Journal of the American Medical Association*, 284(22), 2901–2906.
- Jorgensen, H. S., Reith, J., Nakayama, H., Kammersgaard, L. P., Raaschou, H. O. & Olsen, T. S. (1999). What determines good recovery in patients with the most severe strokes? The Copenhagen Stroke Study. *Stroke*, 30(10), 2008–2012.
- Jurado, M. B. & Rosselli, M. (2007). The Elusive Nature of Executive Functions: A Review of our Current Understanding. *Neuropsychology Review*, 17, 213–233.
- Kaste, M., Hernesniemi, J., Kotila, M., Lepäntalo, M., Lindsberg, P. J., Palomäki, H., . . . Sivenius, J. (2011). Aivoverenkiertohäiriöt. Teoksessa: Soinila, S., Kaste, M. & Somer H. (toim.), *Neurologia*, 2.–5. painos (s. 271–331). Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Kreiter, K. T., Copeland, D., Bernardini, G. L., Bates, J. E., Peery, S., Claassen, J., . . . Mayer, S. A. (2002). Predictors of cognitive dysfunction after subarachnoid hemorrhage. *Stroke*, 33(1), 200–208.
- Kuikka, P., Pulliainen, V. & Hänninen, R. (2001). *Klininen neuropsykologia*. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Lehtonen, A., Salomaa, V., Immonen-Räihä, P., Sarti, C., Mähönen, M., Torppa, J. & Sivenius, J. (2005). FINSTROKE-tutkimus: Aivohalvauksen ilmaantuvuus ja aivohalvauskuolleisuus ovat vähentyneet myös yli 74-vuotiaassa väestössä. *Suomen Lääkärilehti*, 60(35), 3391–3396.
- Leśniak, M., Bak, T., Czepiel, W., Seniów, J. & Czlonkowska, A. (2008). Frequency and Prognostic Value of Cognitive Disorders in Stroke Patients. *Dementia & Geriatric Cognitive Disorders*, 26(4), 356–363.
- Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological assessment, Fourth edition*. New York: Oxford University Press.

- Luciano, M., Wright, M. J., Smith, G. A., Geffen, G. M., Geffen, L. B. & Martin, N. G. (2001). Genetic covariance among measures of information processing speed, working memory, and IQ. *Behavior Genetics*, 31, 581–592.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic Books.
- Luria, A. R. (1973). *The working brain*. London: Penguin.
- Martinaud, O., Perin, B., Gerardin, E., Proust, F., Bioux, S., Le Gars, D., . . . Godefroy, O. (2009). Anatomy of executive deficit following ruptured anterior communicating artery aneurysm. *European Journal of Neurology*, 16, 595–601.
- Mehool, D. P., Coshall, C., Rudd, A. G. & Wolfe, C. D. A. (2002). Cognitive impairment after stroke: clinical determinants and its association with long-term stroke outcomes. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50, 700–706.
- Meretoja, A., Roine, R. O. & Kaste, M. (2010). PERFECT Stroke – Aivohalvauksen hoidon aiheuttamat suorat terveydenhuollon kustannukset Suomessa 1999–2008. *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos - Avauksia*, 2, 65–68.
- Mitrushina, M., Boone, K. B., Razani, J. & D'Elia, L. F. (2005). *Handbook of Normative Data for Neuropsychological Assessment, Second Edition*. New York: Oxford University Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.
- Mueller, J. A. & Dollaghan, C. (2013). A Systematic Review of Assessments for Identifying Executive Function Impairment in Adults With Acquired Brain Injury. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 56, 1051–1064.
- Norman, D. A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. Teoksessa: Davidson, R. J., Schwartz, G. E. & Shapiro, D. (toim.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (s. 1–18). New York: Plenum.



- Nyrkkö H. (1999). *Aivohalvauspotilaiden kognitiiviset häiriöt akuutin kuntoutusvaiheen jälkeen. Sopeutumisvalmennus- ja kuntoutuskurssin aineisto*. Helsinki: Kela.
- Ogino, T., Watanabe, K., Nakano, K., Kado, Y., Morooka, T., Takeuchi, A., . . . Ohtuska, Y. (2009). Predicting executive function task scores with the Rey–Osterrieth Complex Figure. *Brain & Development, 31*, 52–57.
- Osterrieth, P. A. (1944). Le test de copie d'une figure complexe. *Archives de Psychologie, 30*, 206–356.
- Ownsworth, T. & Shum, D. (2007). Relationship between executive functions and productivity outcomes following stroke. *Disability and Rehabilitation, 30*(7), 531–540.
- Pajunen, P., Pääkkönen, R., Laatikainen, T., Hämäläinen, H., Keskimäki, I., Niemi, M., . . . Salomaa, V. (2005). Aivohalvausten ilmaantuvuuden ja kuolleisuuden muutokset Suomessa vuosina 1991–2002. *Suomen Lääkärilehti, 60*(22), 2437–2442.
- Park, K. C., Yoon, S. S. & Rhee, H. Y. (2011). Executive dysfunction associated with stroke in the posterior cerebral artery territory. *Journal of Clinical Neuroscience, 18*, 203–208.
- Patel, M. D., Coshall, C., Rudd, A. G. & Wolfe, C. D. (2002). Cognitive impairment after stroke: clinical determinants and its associations with long-term stroke outcomes. *Journal of the American Geriatrics Society, 50*(4), 700–706.
- Patel, M. D., Coshall, C., Rudd, A. G. & Wolfe, C. D. (2003). Natural history of cognitive impairment after stroke and factors associated with its recovery. *Clinical Rehabilitation, 17*, 158–166.
- Pohjasvaara, T., Leskelä, M., Vataja, R., Kalska, H., Ylikoski, R., Hietanen, M., . . . Erkinjuntti, T. (2002a). Post-stroke depression, executive dysfunction and functional outcome. *European Journal of Neurology, 9*, 269–275.

- Pohjasvaara, T., Ylikoski, R., Hietanen, M., Kalska, H. & Erkinjuntti, T. (2002b). Aivoverenkierron häiriöiden jälkeiset kognitiiviset häiriöt. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 118(6), 593–599.
- Poulin, V., Korner-Bitensky, N., Dawson, D. R. & Bherer, L. (2012). Efficacy of Executive Function Interventions After Stroke: A Systematic Review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(2), 158–171.
- Poutiainen, E., Kalska, H., Laasonen, M., Närhi, V. & Räsänen, P. (2010). *Trail Making testi. Käsikirja*. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D. & Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 621–637.
- Rabbitt, P. M. A. (1997). *Methodology of frontal and executive function*. Hove: Psychology Press.
- Rasquin, S. M., Lodder, J., Ponds, R. W., Winkens, I., Jolles, J. & Verhey, F. R. (2004). Cognitive functioning after stroke: A one-year follow-up study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 18, 138–144.
- Rasquin, S. M. C., Welter, J. & van Heugten, M. (2013). Course of cognitive functioning during stroke rehabilitation. *Neuropsychological Rehabilitation: An International Journal*, 23(6), 811–823.
- Rey, A. (1941). l'Examen psychologique dans le cas d'encephalopathie traumatique. *Arcives de Psychologie*, 28, 286–340.
- Roberts, A. C., Robbins, T. W. & Weiskrantz, L. (2002). *The prefrontal cortex: Executive and cognitive functions*. Oxford: Oxford University Press.
- Robertson, I. H. & Murre, J. M. J. (1999). Rehabilitation of Brain Damage: Brain Plasticity and Principles of Guided Recovery. *Psychological Bulletin*, 125(5), 544–575.

- Royall, P., Lauterbach, E. C., Cummings, J. L., Reeve, A., Rummans, T. A., Kaufer, D. I., . . . Coffey, C. E. (2002). Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. A report from the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience*, 14, 377–405.
- Salthouse, T., Atkinson, T. & Berish, D. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 566–594.
- Shallice, T. & Burgess, P. (1991). Deficit in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114(2), 727–41.
- Sivenius, J., Torppa, J., Tuomilehto, J., Immonen-Räihä, P., Kaarisalo, M., Sarti, C., . . . Salomaa, V. (2010). Aivohalvausten ilmaantuvuuden kehityssuunnat Suomen väestössä vuoteen 2030. *Suomen Lääkärilehti*, 65(19), 1699–1704.
- Stern, R. A., Javorsky, D. J., Singer, E. A., Singer Harris, N. G., Duke, L. M., Thompson, J. A., & Kaplan, E. (1999). *The Boston Qualitative Scoring System for the Rey-Osterrieth Complex Figure: Professional Manual*. Psychological Assessment Resources, Inc.
- Strbian, D., Soenne, L., Sairanen, T., Häppölä, O., Lindsberg, P. J., Tatlisumak, T. & Kaste, M. (2010). Ultraearly thrombolysis in acute ischemic stroke is associated with better outcome and lower mortality. *Stroke*, 41(4), 712–6.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.
- Stuss, D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759–765.
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Picton, T. W., Binns, M. A., Macdonald, R., . . . Katz, D. I. (2005). Multiple frontal systems controlling response speed. *Neuropsychologia*, 43, 396–417.

- Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Stuss, D. T., Bisschop, S. M., Alexander, M. P., Levine, B., Katz, D. & Izukawa, D. (2001a). The Trail Making Test: A Study in Focal Lesion Patients. *Psychological assessment*, 13, 230–239.
- Stuss, D. T., Floden, D., Alexander, M. P., Levine, B. & Katz, D. (2001b). Stroop performances in focal lesion patients: dissociation of processes and frontal lobe lesion location. *Neuropsychologia*, 39, 771–786.
- Stuss, D. T. & Knight, R. T. (2002). *Prefrontal of frontal lobe function*. New York: Oxford University Press.
- Stuss, D. T., Shallice, T., Alexander, M. P. & Picton, T. W. (1995). A multidisciplinary approach to anterior attentional functions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 769, 191–209.
- Tatemichi, T. K., Desmond, D. W., Stern, Y., Paik, M., Sano, M. & Bagiella, E. (1994). Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 57(2), 202–207.
- Taylor, E. M. (1959). *Psychological appraisal of children with cerebral defects*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Treitz, F., Heyder, K. & Daum, I. (2007). Differential course of executive control changes during normal aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14, 370–393.
- Tsuchida, A. & Fellows, L. K. (2013). Are core component processes of executive function dissociable within the frontal lobes? Evidence from humans with focal prefrontal damage. *Cortex*, 49(7), 1790–1800.
- van der Wal, I. J. D. (2009). *Executive functioning and attention post-stroke: location and side of stroke and its association with 3, 6 and 15 months performances on the Stroop and Trail Making Test* (Master's Thesis) Saatavissa: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=97308>

- Vartiainen, E., Laatikainen, T., Salomaa, V., Jousilahti, P., Peltonen, M. & Puska, P. (2007). Sydäninfarkti- ja aivohalvausriskin arviointi FINRISKI-tutkimuksessa. *Suomen Lääkärilehti*, 62(48), 4507–4513.
- Vataja, R., Pohjasvaara, T., Mäntylä, R., Ylikoski, R., Leppävuori, A., Leskelä, M., . . . Erkinjuntti, T. (2003). MRI correlates of executive dysfunction in patients with ischaemic stroke. *European Journal of Neurology*, 10, 625–631.
- Vilkki, J. (1992). *Toiminnan ohjelmoinnin neuropsykologiset häiriöt*. Helsinki: Kuntoutussäätiön tutkimuksia 37.
- Wood, R. L. & Liossi, C. (2006). The ecological validity of executive tests in a severely brain injured sample. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 429–437.
- Zelazo, P. D. & Cunningham, W. (2007). Executive function: Mechanism underlying emotion regulation. Teoksessa: Gross, J. J.(toim.), *Handbook of emotion regulation* (s. 135–158). New York: Guilford.
- Zinn, S., Bosworth, H. B., Hoenig, H. M. & Swartzwelder, H. S. (2007). Executive Function Deficits in Acute Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 173–80.

## LIITTEET

### LIITE A: TMT-B-tehtävän katoanalyysiin liittyvät tilastolliset testit

Taustamuuttuja	Testisuureen arvo	Vapausasteet	p-arvo
Sukupuoli	$\chi^2 = .09$	1	.764
Liuotushoito	$\chi^2 = .69$	1	.407
Hemisfääri	$\chi^2 = .37$	1	.543
Ikä	$t = 3.13$	66	.003
Koulutus vuosina	$t = -1.29$	66	.202
NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa	$t = 2.19$	54.02	.033
Päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen	$t = .76$	65	.449

NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS-pistemäärä vaihtelee välillä 0–34, jossa 0 = ei oireita ja 34 = vaikea-asteinen oirekuva)

LIITE B: Stroopin testin katoanalyysiin liittyvät tilastolliset testit

Taustamuuttuja	Testisuureen arvo	Vapausasteet	p-arvo
Sukupuoli	$\chi^2 = .93$	1	.335
Liuotushoito	$\chi^2 = .06$	1	.802
Hemisfääri	$\chi^2 = .11$	1	.737
Ikä	$t = 2.73$	66	.008
Koulutus vuosina	$t = -.56$	66	.579
NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa	$t = 3.16$	64.48	.002
Päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen	$t = 2.07$	65	.043

NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS-pistemäärä vaihtelee välillä 0–34, jossa 0 = ei oireita ja 34 = vaikea-asteinen oirekuva)

LIITE C: ROCFT-tehtävän katoanalyysiin liittyvät tilastolliset testit

Taustamuuttuja	Testisuureen arvo	Vapausasteet	p-arvo
Sukupuoli	$\chi^2 = .35$	1	.555
Liuotushoito	$\chi^2 = .11$	1	.743
Hemisfääri	$\chi^2 = .01$	1	.925
Ikä	$t = 1.52$	66	.133
Koulutus vuosina	$t = -.82$	66	.413
NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa	$t = 1.46$	21.49	.160
Päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen	$t = .141$	65	.889

NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS-pistemäärä vaihtelee välillä 0–34, jossa 0 = ei oireita ja 34 = vaikea-asteinen oirekuva)



LIITE D: Sanasujuvuustehtävien katoanalyysiin liittyvät tilastolliset testit

Taustamuuttuja	Testisuureen arvo	Vapausasteet	p-arvo
Sukupuoli	$\chi^2 = .004$	1	.952
Liuotushoito	$\chi^2 = .001$	1	.970
Hemisfääri	$\chi^2 = 27.92$	1	.001
Ikä	$t = 1.43$	66	.158
Koulutus vuosina	$t = -.45$	66	.654
NIHSS-pistemäärä akuuttivaiheessa	$t = .01$	65	.993
Päivät sairastumisesta akuuttitutkimukseen	$t = .95$	65	.346

NIHSS = National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS-pistemäärä vaihtelee välillä 0–34, jossa 0 = ei oireita ja 34 = vaikea-asteinen oirekuva)

LIITE E: OH-potilaiden toiminnanohjaustehtävissä suoriutumisen tunnusluvut ja tilastolliset vertailut koko tutkimusaikana sekä parivertailut akuuttivaiheen, kuuden ja 12 kuukauden tutkimusajankohtien välillä.

Tehtävä	<i>n</i>	Tutkimusajankohta						Friedmanin testi			Parivertailujen <i>p</i> -arvot		
		A		B		C		$\chi^2$	df	<i>p</i> -arvo	A vs B	A vs C	B vs C
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>						
TMT-B/A aika	16	2.46	1.29	2.63	1.29	2.63	1.09	3.50	2	.174	1.00	.861	1.00
TMT-B aika	16	142.63	96.91	114.25	56.95	116.81	65.63	4.79	2	.091	.138	.798	1.00
TMT-B pisteet	18	17.44	8.56	20.28	6.57	19.11	7.47	1.22	2	.545	.279	1.00	.942
Stroop oikein	10	28.80	10.50	32.20	8.90	32.20	8.89	4.42	2	.110	.315	.417	1.00
Stroop virheet	8	.50	.76	.25	.46	.75	1.49	.40	2	.819	1.00	1.00	1.00
Stroop korjatut	9	1.44	1.68	.89	1.05	.89	1.05	2.16	2	.340	1.00	1.00	1.00
ROCFT aika	27	222.96	110.27	209.30	127.97	182.41	92.06	7.60	2	.022	.312	.009	.696
ROCFT pisteet	27	26.70	7.49	30.83	4.62	31.26	8.76	8.52	2	.014	.000	.027	1.00
SS eläimet	5	20.40	4.72	24.60	4.39	22.80	6.02	4.53	2	.104	.138	.819	1.00
SS P-A-S	5	37.60	7.23	35.00	10.56	40.20	14.04	.32	2	.854	.423	1.00	.837

A = akuuttivaihe, B = kuuden kuukauden seuranta, C = 12 kuukauden seuranta

TMT = Trail Making Test, B/A aika = B-osion aika jaettuna A-osion ajalla, Stroop = Stroopin testin interferenssiosio, oikein = oikeiden vastausten lukumäärä, virheet = virheiden lukumäärä, korjatut = korjattujen vastausten lukumäärä, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS eläimet = sanasujuvuustehtävän eläimet-tehtäväosion oikeiden vastausten lukumäärä, SS P-A-S = sanasujuvuustehtävän P-, A- ja S-tehtäväosioiden oikeiden vastausten summa

LIITE F: VH-potilaiden toiminnanohjaustehtävissä suoriutumisen tunnusluvut ja tilastolliset vertailut koko tutkimusaikana sekä parivertailut akuuttivaiheen, kuuden ja 12 kuukauden tutkimusajankohtien välillä.

		Tutkimusajankohta											
		A		B		C		Friedmanin testi			Parivertailujen <i>p</i> -arvot		
Tehtävä	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	$\chi^2$	df	<i>p</i> -arvo	A vs B	A vs C	B vs C
TMT-B/A aika	12	2.85	1.27	2.69	1.25	2.61	.68	3.17	2	.205	.921	1.00	.306
TMT-B aika	12	137.75	78.94	109.83	60.76	99.67	40.230	4.50	2	.105	.234	.078	1.00
TMT-B pisteet	12	21.00	7.46	22.42	4.03	23.33	1.775	.12	2	.943	1.00	1.00	1.00
Stroop oikein	9	32.33	17.05	37.56	15.15	37.67	14.25	6.35	2	.042	.069	.096	1.00
Stroop virheet	8	.50	.93	.25	.71	.00	.000	2.00	2	.368	1.00	1.00	1.00
Stroop korjatut	8	.00	.00	.25	.463	.63	1.188	2.00	2	.368	1.00	1.00	1.00
ROCFT aika	21	172.86	74.00	203.81	128.28	167.67	110.427	8.00	2	.018	1.00	.408	.066
ROCFT pisteet	21	27.83	8.97	32.90	3.24	32.38	2.98	7.79	2	.020	.027	.237	.231
SS eläimet	23	18.39	7.74	21.30	5.52	21.61	5.72	2.41	2	.300	.207	.207	1.00
SS P-A-S	23	25.61	15.44	33.39	13.87	34.17	13.96	10.42	2	.005	.003	.003	1.00

A = akuuttivaihe, B = kuuden kuukauden seuranta, C = 12 kuukauden seuranta

TMT = Trail Making Test, B/A aika = B-osion aika jaettuna A-osion ajalla, Stroop = Stroopin testin interferenssiosio, oikein = oikeiden vastausten lukumäärä, virheet = virheiden lukumäärä, korjatut = korjattujen vastausten lukumäärä, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS eläimet = sanasujuvuustehtävän eläimet-tehtäväosion oikeiden vastausten lukumäärä, SS P-A-S = sanasujuvuustehtävän P-, A- ja S-tehtäväosioiden oikeiden vastausten summa

## LIITE G: Toiminnanohjauksen arviointimenetelmien korrelaatiot akuuttitutkimuksissa

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. TMT-B aika	_____							
2. TMT-B pisteet	-.50**	_____						
3. Stroop oikein	-.64**	.12	_____					
4. Stroop virheet	.53**	-.18	-.32	_____				
5. Stroop korjatut	.29	.06	-.45*	.21	_____			
6. ROCFT aika	.32	-.21	.06	-.18	-.14	_____		
7. ROCFT pisteet	-.35*	.35*	.50**	-.45*	-.40*	.00	_____	
8. SS eläimet	-.62**	.30	.57**	-.49*	-.02	-.08	.41*	_____
9. SS PAS	-.72**	.29	.61**	-.05	-.07	-.10	.35	.77**

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Stroop = Stroopin testin interferenssiosio, oikein = oikeiden vastausten lukumäärä, virheet = virheiden lukumäärä, korjatut = korjattujen vastausten lukumäärä, TMT-B = Trail Making Test -tehtävän B-osio, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS = sanasujuvustehtävä, P-A-S = P-, A- ja S-tehtäväosioiden summa

LIITE H: Toiminnanohjauksen arviointimenetelmien korrelaatiot kuuden kuukauden seurantatutkimuksissa

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. TMT-B aika	_____							
2. TMT-B pisteet	-.25	_____						
3. Stroop oikein	-.43**	.38*	_____					
4. Stroop virheet	.05	-.06	-.37*	_____				
5. Stroop korjatut	.03	.23	-.26	-.16	_____			
6. ROCFT aika	.43**	-.09	-.53**	.17	-.16	_____		
7. ROCFT pisteet	-.44**	-.01	.33*	-.07	-.09	-.14	_____	
8. SS eläimet	-.33	.62**	.68**	-.49*	-.04	-.53**	.11	_____
9. SS PAS	-.44	.47*	.77**	-.52*	.17	-.49*	.06	.75**

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Stroop = Stroopin testin interferenssiosio, oikein = oikeiden vastausten lukumäärä, virheet = virheiden lukumäärä, korjatut = korjattujen vastausten lukumäärä, TMT-B = Trail Making Test -tehtävän B-osio, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS = sanasujuvuustehtävä, P-A-S = P-, A- ja S-tehtäväosioiden summa

LIITE I: Toiminnanohjauksen arviointimenetelmien korrelaatiot 12 kuukauden seurantatutkimuksissa

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. TMT-B aika	_____							
2. TMT-B pisteet	-.47**	_____						
3. Stroop oikein	-.64**	.44*	_____					
4. Stroop virheet	.27	-.37	-.35	_____				
5. Stroop korjatut	.29	-.22	-.44*	.29	_____			
6. ROCFT aika	.60**	-.27	-.54**	-.53**	.24	_____		
7. ROCFT pisteet	-.12	.25	.06	-.03	-.16	-.10	_____	
8. SS eläimet	-.33	.21	.33	-.11	.29	-.54**	.24	_____
9. SS PAS	-.49*	.49*	.55*	-.02	.16	-.50*	.09	.76**

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Stroop = Stroopin testin interferenssiosio, oikein = oikeiden vastausten lukumäärä, virheet = virheiden lukumäärä, korjatut = korjattujen vastausten lukumäärä, TMT-B = Trail Making Test -tehtävän B-osio, ROCFT = Rey-Osterrieth Complex Figure Test, SS = sanasujuvuustehtävä, P-A-S = P-, A- ja S-tehtäväosioiden summa